

## 日本特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

25.02.00

RECD 10 MAR 2000  
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

JU

出願年月日

Date of Application:

1999年 2月 26日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第051867号

出願人

Applicant (s):

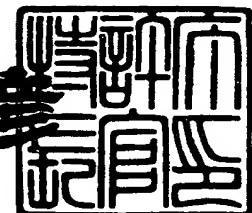
ソニー株式会社

PRIORITY  
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年12月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆



出証番号 出証特平11-3087457

【書類名】 特許願  
【整理番号】 9900122903  
【提出日】 平成11年 2月26日  
【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿  
【国際特許分類】 H04N 5/275  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内  
【氏名】 篠田 繁広  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内  
【氏名】 塚本 純一  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内  
【氏名】 戸塚 卓志  
【特許出願人】  
【識別番号】 000002185  
【氏名又は名称】 ソニー株式会社  
【代表者】 出井 伸之  
【代理人】  
【識別番号】 100067736  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 小池 晃  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100086335  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 田村 篤一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 曲線生成装置及び方法、並びにプログラム提供媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のフレームの対象曲線から第2のフレームにおける曲線を生成する曲線生成装置において、

第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出手段と、

上記対応点検出手段により検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成手段と

を備えることを特徴とする曲線生成装置。

【請求項2】 上記対応点検出手段は、上記第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点を画像追跡して上記第2のフレームにおける対応点を求めることを特徴とする請求項1記載の曲線生成装置。

【請求項3】 上記曲線生成手段は、上記第1のフレームを開始時のフレームとし、終了時のフレームを第3のフレームとするとき、第1のフレームの対象曲線と上記第3のフレームの曲線から線形補間によって補間曲線を求め、この補間曲線を上記対応点検出手段で検出された対応点を通る曲線に変形することを特徴とする請求項1記載の曲線生成装置。

【請求項4】 上記曲線生成手段は、上記対応点検出手段で検出された対応点を通る、画像のエッジに沿う形状を曲線として生成することを特徴とする請求項1記載の曲線生成装置。

【請求項5】 上記曲線生成手段は、画像上の物体の輪郭曲線を生成することを特徴とする請求項1記載の曲線生成装置。

【請求項6】 第1のフレームの対象曲線から第2のフレームにおける曲線を生成する曲線生成方法において、

第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出工程と、

上記対応点検出工程により検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成工程と

を備えることを特徴とする曲線生成方法。

【請求項7】 上記対応点検出工程は、上記第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点を画像追跡して上記第2のフレームにおける対応点を求めることを特徴とする請求項6記載の曲線生成方法。

【請求項8】 上記曲線生成工程は、上記第1のフレームを開始時のフレームとし、終了時のフレームを第3のフレームとするとき、第1のフレームの対象曲線と上記第3のフレームの曲線から線形補間によって補間曲線を求め、この補間曲線を上記対応点検出工程で検出された対応点を通る曲線に変形することを特徴とする請求項6記載の曲線生成方法。

【請求項9】 上記曲線生成工程は、上記上記対応点検出工程で検出された対応点を通る、画像のエッジに沿う形状を曲線として生成することを特徴とする請求項6記載の曲線生成方法。

【請求項10】 上記曲線生成工程は、画像上の物体の輪郭曲線を生成することを特徴とする請求項6記載の曲線生成方法。

【請求項11】 第1のフレームの対象曲線から第2のフレームにおける曲線を生成する曲線生成処理に関するプログラムを提供するプログラム提供媒体において、

第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出工程と、

上記対応点検出工程により検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成工程と

からなるプログラムを提供することを特徴とするプログラム提供媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータ上で画像内に含まれる対象物の輪郭形状を示す曲線を

編集するCAD、グラフィックス、映像編集等に用いられる曲線生成装置及び方法、並びに曲線生成方法に関するプログラムを提供するプログラム提供媒体に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来、動画像を構成する複数の画像データに含まれる対象物の輪郭形状を抽出する輪郭抽出処理は、例えばCAD、グラフィックス技術等の画像処理の分野で用いられることが多い。これらの画像処理のうち、画像合成処理を行うときにおいては、対象物の輪郭形状からキー信号を生成する処理があり、正確なキー信号、すなわち正確な輪郭形状を生成することが重要とされる。ここでキー信号とは、合成する前景物体の領域を切り抜くための情報であり、マスクとも称される。

#### 【0003】

上記輪郭抽出処理は、例えばオペレータが対象物についての輪郭位置や方向等の情報を詳細に与えて輪郭形状を作成するものがあり、インタラクティブな操作性が必要とされている。このような輪郭抽出処理としては、対象物の輪郭上の複数の点を指定して各点間の形状を作成するもの、輪郭形状を表すパラメトリック曲線の制御点を操作するもの、輪郭形状をマウス等で直接入力するもの等がある。これらの輪郭抽出処理の例としては、「Intelligent Scissors for Image Composition」(Eric N. Mortensen and William A. Barrett, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1995, ACM SIGGRAPH, pp.191-198)、「画像輪郭検出方法」(特開平4-152481号公報)、「切抜きマスク作成方法及び装置」(特開平4-254854号公報)が知られている。

#### 【0004】

また、上記輪郭抽出処理においては、動画像を構成する全画像について正確な輪郭形状が得ることが必要とされる。例えば映画またはテレビ画像においては、数秒の画像を生成するのに数百のキー信号が必要であり、その処理量は膨大である。そのため、映画等の分野で用いられる上記輪郭抽出処理は、より少ない操作でより正確な輪郭形状が作成可能なことが望まれている。このことは、従来の輪郭抽出処理においては、動画像を構成する各フレームについて輪郭形状を作成す

るの非常に時間と手間を要することによる。

#### 【0005】

そこで、より簡単に輪郭形状を作成する方法として、連続性のある動画像において開始フレームでの輪郭形状が時間の経過により変形し、終了フレームにおける輪郭形状に変化したものであるという前提に基づき、開始フレームにおける輪郭形状と終了フレームにおける輪郭形状から中間フレームにおける輪郭形状として中間形状を補間処理により作成する方法が考えられた。

#### 【0006】

この補間処理は、図35に示すように、輪郭形状を構成している点が開始フレームの輪郭形状と終了フレームの輪郭形状で一一対に対応づけられている。すなわち、開始フレームにおける輪郭形状を示す曲線を曲線0、終了フレームにおける輪郭形状を示す曲線を曲線1とし、開始フレームでの時刻を0、終了フレームにおける時刻を1とし、曲線が時間的に変化するものとすると、時刻0における曲線を曲線0が、時刻1において曲線1に変化したと考える事ができる。そこで、2つの曲線の補間を行う時刻をTとすると、曲線0上の点の座標をA、座標Aに対応する曲線1上の点の座標をBと置くと、求める中間形状での点の座標Cは

$$C = T \cdot A + (1 - T) \cdot B$$

と表現することができる。従来の補間処理では、この補間計算によって求めた点列から中間フレームにおける輪郭を作成していた。

#### 【0007】

また、各フレームについての輪郭形状は、複数の3次のベジエ (Bezier) 曲線から構成されるものとする。3次のベジエ曲線は、文献「Computer Graphics PRINCIPLE AND PRACTICE SECOND EDITION in C」 (Foley, van Dam, Feiner, Hughes, ADDISON WESLEY, 1996, ISBN 0-201-84840-6) にあるように、

$$Q(t) = ((1-t)^3)M + 3t((1-t)^2)N + 3(t^2)(1-t)O + (t^3)P \quad (0 \leq t \leq 1)$$

で定義される。ここで、M, N, O, P は2次元平面上の点を表す座標で、M, Pは線分の端点、N, Oは制御点である。上記の式で表された3次のベジエ曲線の線分の例を図36に示す。図36において実線で表された曲線が3次のベジエ曲線であり、黒丸の点で表された M, Pが端点であり、白丸で表された点N, Oが制御点

である。

#### 【0008】

上述のベジエ曲線を定義する式によれば、3次のベジエ曲線の軌跡すなわち形状は図36中で点M, N, O, Pで表される端点および制御点の座標と、時刻tの変化により表現される。

#### 【0009】

図36で示される3次のベジエ曲線の構成単位をセグメントとすると、通常、輪郭形状を示す1本の曲線は図37に示すような複数のセグメントから構成されている。ただし隣接したセグメントの端点は共有され、全体として1つの曲線を構成する。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の輪郭抽出処理においては、時間的に前後するフレームの輪郭形状から中間形状を求める場合、セグメントを構成する制御点及び端点を一一で対応させて補間を行っていた。

#### 【0011】

しかし、時間的に前後するフレームにおいては、輪郭形状が線形に動いていない場合がある。

#### 【0012】

上記方法においては、輪郭形状が非線形に動いている場合には、輪郭形状と異なる形状が作成されてしまっていた。

#### 【0013】

この問題を避けるために、開始時と終了時の形状の時間的な間隔をより狭い範囲に分割して再び処理を行ったり、形状を手作業で修正するなどの作業を行うことが考えられる。そのため、形状を作成するためのユーザの手間がかかり、また手作業で修正するため時間軸方向においては不連続に変化する形状が作成されてしまうため、形状の細かなばたつきが発生しまうなどの問題が起きていた。

#### 【0014】

そこで、本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、二つの曲線の中間

形状を作成する処理において、輪郭形状が線形に動いていない場合でも輪郭上の対応点を正確に追跡することができ、より精度の高い輪郭形状を作成することのできる曲線生成装置及び方法の提供を目的とする。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る曲線生成装置は、上記課題を解決するために、第1のフレームの対象曲線から第2のフレームにおける曲線を生成する曲線生成装置において、第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出手段と、上記対応点検出手段により検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成手段とを備える。

#### 【0016】

また、本発明に係る曲線生成方法は、上記課題を解決するために、第1のフレームの対象曲線から第2のフレームにおける曲線を生成する曲線生成方法において、第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出工程と、上記対応点検出工程により検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成工程とを備える。

#### 【0017】

また、本発明に係るプログラム提供媒体は、上記課題を解決するために、第1のフレームの対象曲線から第2のフレームにおける曲線を生成する曲線生成処理に関するプログラムを提供するプログラム提供媒体において、第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出工程と、上記対応点検出工程により検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成工程とからなるプログラムを提供する。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

## 【0019】

本発明を適用した曲線生成装置1は、例えば図1に示す構成とされている。この曲線生成装置1は、演算処理部2、プログラムメモリ3、データメモリ4、フレームメモリ5、操作入力部6、外部記憶部7とがバス8に接続されてなる。

## 【0020】

プログラムメモリ3には、本発明に係る曲線生成方法を実行するためのプログラムが記録されている。すなわち、プログラムメモリ3は、第1のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する第2のフレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出ステップと、上記対応点検出ステップにより検出された対応点を通る第2のフレームの曲線を生成する曲線生成ステップとからなる曲線生成方法をソフトウェアプログラムとして記録している。

## 【0021】

曲線生成装置1は、例えばキーボードやマウス等からなってユーザにより操作されることで操作入力信号を生成する操作入力部6を備える。この操作入力部6は、操作入力信号を演算処理部2に出力する。

## 【0022】

演算処理部2は、操作入力部6からの操作入力信号に従って、上述の各部を制御する制御信号を生成する。そして、演算処理部2は、生成した制御信号を各部に出力することにより、操作入力信号に応じた処理を行う。すなわち、演算処理部2は、プログラムメモリ3から逐次上記ソフトウェアプログラムを読み出して実行し、外部記憶部7に格納された動画像を示す画像データを用いて各フレームに含まれる対象物の輪郭を示す輪郭曲線を生成するための制御を行う。

## 【0023】

このプログラムメモリ3からの上記ソフトウェアプログラムにより処理される画像データは、外部記憶部7に格納されている。外部記憶部7は、例えば光ディスク等の記録媒体を備え、演算処理部2からの制御信号に応じて記録媒体に記録されている動画像を示す画像データを演算処理部2、データメモリ4やフレームメモリ5に出力する。また、記録媒体に画像データを記録する。

## 【0024】

外部記憶部7に格納されている画像データは、例えば図2に示すように、複数のフレームからなる動画像を示すものである。ここで、上記開始フレームは例えばフレーム1を指し、フレーム1に対する上記終了フレームはフレーム3を指す。すなわち、この曲線生成装置1では、上記プログラムを実行することでフレーム1に含まれる対象物の第1の輪郭曲線とフレーム3に含まれる上記対象物の第2の輪郭曲線を用いて、中間フレームであるフレーム2についての中間曲線を生成する。

## 【0025】

データメモリ4には、上述の演算処理部2により上記プログラムに従って生成される中間フレームの輪郭を示す輪郭曲線等が格納される。また、このデータメモリ4には、上記プログラムに従って演算しているときの処理途中のデータが入力される。

## 【0026】

フレームメモリ5には、演算処理部2の制御信号に従ってデータメモリ4や外部記憶部7からの1フレーム分の画像データ等が入力される。フレームメモリ5には、例えば演算処理部2からの制御信号により読み出された画像データ又は上記プログラムにより生成された中間フレームを示す輪郭曲線等が入力される。そして、このフレームメモリ5は、ユーザに画像や処理内容等を表示する表示部9と接続しており、制御信号に従って入力された画像データ等を表示部9に出力することで、表示部9に当該画像データが示す画像を表示させる。

## 【0027】

本発明の曲線生成方法を適用した上記プログラムは、図3に示す処理手順で動作する。

## 【0028】

ステップS101でユーザが、入力として開始時と終了時の二つの曲線と、それぞれの曲線について基準対応点を与える。ここで、二つの曲線をそれぞれ曲線A、曲線Bとする。基準対応点の数は曲線A、曲線Bについて同数でなければならない。次にステップS102で、時間軸方向に連続している画像について、基

準対応点の追跡操作を行う。この結果、各中間段階での基準対応点の位置を求めることができる。詳細については後述する。

【0029】

次にステップS103において形状の補間を行う。形状の補間計算は、二つの曲線上の点列の座標を補間計算することで、中間形状の点の座標を求める。二つの形状の中間形状を与える変換であればどんな変換でもよいが、ここでは本件出願人により特願平10-251492で開示した技術を用いる。詳細については後述する。

【0030】

次にステップS104において、ステップS103で求めた補間形状をステップS102での追跡操作で求めた基準対応点に合わせて変形する。

【0031】

したがって、上記演算処理部2は、上記プログラムを実行することで、開始時のフレームの対象曲線上に設定された基準対応点に対応する、中間フレームにおける対応点を、上記第1のフレームの対象曲線を用いて求める対応点検出部と、上記対応点検出部により検出された対応点を通る中間フレームの曲線を生成する曲線生成部とを備えるのに等しくなる。

【0032】

特に、上記対応点検出部は、上記ステップS102で、画像追跡操作を行って、開始時のフレームの対象曲線上の基準対応点が中間フレームにおいて、どこに位置するかを検出する。

【0033】

また、上記曲線生成部は、上記ステップS103及びS104を通して、上記対応点検出部で検出された対応点を通る曲線を生成する。具体的には、終了時のフレームを第3のフレームとするとき、第1のフレームの対象曲線と上記第3のフレームの曲線から線形補間によって補間曲線を求め、この補間曲線を上記対応点検出部で検出された対応点を通る曲線に変形する。

【0034】

以下、上記図3の各ステップにおける動作、すなわち上記演算処理部2が行う

処理を詳細に説明する。

【0035】

ステップS102では、時間軸上で連続する画像における基準対応点の位置を追跡する操作を行う。画像の追跡方法としては画像上の点を追跡する方法であればどんな方法でもよいが、ここでは例としてSSDとして知られる、画像の差の絶対値和を用いて追跡する方法について図4を用いて説明する。図4（A）に示した追跡元フレームF0における基準対応点10の周囲の画像を追跡元画像20とし、図4（B）に示す現在追跡中のフレームF1において指定された探索範囲30の領域内部の座標すべてについて追跡先画像40を作成し、二つの画像の類似度を計算により求める。画像の類似度を求める方法としては、二つの画像について画像領域内の各画素値の差の絶対値和を求めて評価値とし、領域内で最も評価値が低い座標を追跡結果とする方法を用いる。

【0036】

ステップS103における、形状の補間計算について以下に説明する。図5にはセグメントの数が一致していない二つの曲線を示す。そして、第1の輪郭曲線Aと第2の輪郭曲線Bとを用いて第1の輪郭曲線Aから第2の輪郭曲線Bに変化するときの中間曲線を生成する一例について説明する。ここで、端点、制御点及び3次のベジェ曲線の線分を1セグメントとすると、第1の輪郭曲線Aは5個のセグメントからなり、第2の輪郭曲線Bは3個のセグメントからなる。そして、例えば図6に示すように第1の輪郭曲線Aから第2の輪郭曲線Bに変化するときの中間曲線を生成するときには、図7のフローチャートに示す処理を行う。

【0-0-3-7】

中間曲線を生成するときには、ユーザがキーボード等を操作することで第1の輪郭曲線Aと第2の輪郭曲線Bとが対応する位置を示す対応点を指定する旨の操作入力信号が入力される。

【0038】

ステップS1において、上述の対応点を指定する旨の操作入力信号に応じて第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bに対応点を設定し、図8に示すように第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bを1本の直線に展開し、閉曲線である第1の

輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bの全長を求め、第1の輪郭曲線Aの全長をlengthA、第2の輪郭曲線Bの全長をlengthBとする。

#### 【0039】

次のステップS2において、第1の輪郭曲線Aの全長lengthA、第2の輪郭曲線Bの全長lengthBのサンプリング間隔を決定する。すなわち、図9のステップS11に示すようにlengthAとlengthBとの大きさを比較し、長さが大きい方のいずれかの曲線をサンプリング間隔の定数で割ったときの長さ間隔でサンプリング点を配置する。ここでサンプリング間隔の定数とは、この中間形状を生成する処理において後述の曲線を再構成する処理に必要な数の点が得られるサンプリング間隔のことである。次に、図9のステップS12において、lengthA、lengthBのうち大きさの小さい方を、ステップS11で求めた区間に含まれる点の個数で割り、サンプリング間隔を得る。このため、常にどちらの曲線も最大のサンプリング間隔以下のサンプリング間隔を得られる。

#### 【0040】

図7に戻り、ステップS3において、ステップS2で求めたサンプリング間隔で曲線Aと曲線Bのリサンプリング処理を行い、点列を作成する。この様子を図10に示す。サンプリング間隔が得られた図10に示す第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bについてリサンプリング処理を行うわけである。ここで、1つのベジェ曲線のセグメント上の点は、下記の式1

$$Q(t) = ((1-t)^3)M + 3t((1-t)^2)N + 3(t^2)(1-t)O + (t^3)P \quad (0 \leq t \leq 1)$$

を用いて、時刻tの関数として表現できる。ここで、M, N, O, Pは2次元平面上の点を表す座標で、M, Pは線分の端点、N, Oは制御点である。そして、複数のセグメントが連結されて構成されているベジェ曲線上の点をtで表現するため、ベジェ曲線の定義を拡張してtの整数部分をセグメント番号、tの小数部分をセグメント内での時刻とする。つまり、t=3.45の場合は、3番目のセグメントの、時刻0.45における曲線上の座標という事になる。これにより、複数のセグメントから構成されたベジェ曲線上の点をtにより表現する。

#### 【0041】

また、図11には図7のステップS3で行うリサンプリング処理の詳細なフロ

ーチャートを示す。リサンプリング処理を行うとき、ステップ21において、図10中に示す第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bの対応点での時刻をTa及びTbと設定する。次のステップ22において、時刻Ta、Tbにおける第1の輪郭曲線A、第2の輪郭曲線B上での点の座標を求める。ここで求められた各点が第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bにおけるサンプリング点となる。次のステップ23において、時刻Ta、Tbに上述の図7のステップS2において求めたサンプリング間隔を加える。次のステップ24において、時刻Ta、Tbが終端まで達して、リサンプリング処理開始時の対応点まで戻ったか否かを判断する。そして、開始時の対応点まで戻ったと判断したら処理を終了し、戻っていないと判断したときにはステップ22に戻って上述のステップS22～ステップS24までの処理を繰り返すことで、第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bにサンプリング点を再び設定し、サンプリング点からなる点列を生成する。すなわち、図7のステップS3のリサンプリング処理において、上述のサンプリング処理よりも細かい、サンプリング点からなる第1の輪郭曲線Aに対応する点列及び第2の輪郭曲線Bに対応する点列を生成する。

#### 【0042】

そして、図7に戻り、ステップS4において、前のステップS3で作成した二つの曲線上の点列の座標を補間計算することで、中間形状の点列を求める。詳細には、図12のフローチャートに示す処理を行うことで第1の輪郭曲線Aが示す輪郭形状から第2の輪郭曲線Bが示す輪郭形状に変化するときの中間形状を示す中間曲線を生成する。この図12のフローチャートによれば、先ず、ステップS3-1において、図7のステップS3のリサンプリング処理により求められた第1の輪郭曲線Aに対応する点列及び第2の輪郭曲線Bに対応する点列をデータメモリ4から入力する。そして、対応点から第1の輪郭曲線Aに対応する点列及び第2の輪郭曲線Bに対応する点列上の対応点に相当する位置のサンプリング点を指定する。次のステップS3-2において、サンプリング点からなる点列について2つの曲線の補間を行う時刻をTとし、第1の輪郭曲線A上の点の座標をa、座標aに対応する第2の輪郭曲線B上の点の座標をbとすると、求める中間形状を示す中間曲線での点の座標Cは下記式2に示すように

$$C = T \cdot a + (1 - T) \cdot b \quad (\text{式2})$$

となる。すなわち、上記式2を第1及び第2の輪郭曲線に対応する点列に適用することで、第1の輪郭曲線Aに対応するサンプリング点と、当該第1の輪郭曲線Aに対応するサンプリング点に対応する第2の輪郭曲線Bに対応するサンプリング点とから、中間曲線を構成するサンプリング点の座標を決定する。次のステップS33において、上述のステップS32で上記式2を適用したサンプリング点の次のサンプリング点を指定する処理を第1の輪郭曲線Aに対応する点列及び第2の輪郭曲線Bに対応する点列について行う。次のステップS34において、演算処理部2は、上述のステップS33で次のサンプリング点を指定した結果、上述のステップS31で中間曲線の生成処理を開始した対応点に戻ったか否かを判断する。そして、対応点に戻ったと判断したときには、ステップS35に進み、対応点に戻っていないと判断したときには、ステップS33で指定したサンプリング点についてステップS32で説明した処理を行う。すなわち、上述のステップS3のサンプリング処理で設定したサンプリング点の全てについてステップS32で説明した処理を行うことで、中間曲線での点の座標を上記式2に従って決定する。ステップS35において、上述のステップS3で求めたサンプリング点及びステップS32で求めた中間曲線での点の座標Cを用いて、特開平10-164436号公報や「Graphics Gems」(Andrew S.Glassner)中の「An Algorithm for Automatically Fitting Digitized Curves (pp.612 - 626)」で示された技術を適用することで、サンプリング点からなる点列をベジェ曲線に変換する。これにより、第1の輪郭曲線Aに対応したサンプリング点からなる点列及び第2の輪郭曲線Bに対応したサンプリング点からなる点列から、曲線を再構成し、図6に示した第1の輪郭曲線Aから第2の輪郭曲線Bに変化するときの中間形状を示す中間曲線を生成する。

#### 【0043】

このような中間曲線生成処理を行う曲線生成装置1は、図5に示すように第1の輪郭曲線Aから第2の輪郭曲線Bに変化するときの中間曲線を生成するとき、第1の輪郭曲線Aと第2の輪郭曲線Bとのセグメント数が異なっていても、第1及び第2の輪郭曲線をサンプリングして第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線B

について同数のサンプリング点を設定して曲線を再構成するので、図6に示すような中間曲線を高品質かつ簡便に生成することができる。

#### 【0044】

ここで、図3に戻り、次のステップS104において、ステップS103で求められた補間形状をステップS102で求めた基準対応点に合わせて変形させる。この操作について図13、図14、図15を用いて説明する。

#### 【0045】

先ず、図13のステップS41において、上記図3のステップS102の画像追跡処理で求められた図14のSTARTに示す基準対応点110、及びステップS103の中間形状作成処理で求められた図14のSTARTに示す基準対応点100について、開始点115、終了点116を対応づける。ステップS103での開始点の座標をA (ex1, ey1)、B (ex2, ey2)、ステップS102での終了点の座標をC (sx1, sy1)、D (sx2, sy2)とする。ステップS42において、線分ABを線分CDに変換するような座標変換を求める。この変換は平行移動と回転、スケーリングの操作の組み合わせで表現できる。このような変換をアフィン変換120という。

#### 【0046】

アフィン変換の変換式は以下のようになる。

#### 【0047】

点(x, y)をアフィン変換により点(x', y')に変換する方法について

$$[x'] = s_c * [c \cos \theta - s \sin \theta] [x - ex1] + [sx1]$$

$$[y'] = s_c * [s \sin \theta - c \cos \theta] [y - ey1] + [sy1]$$

とする。

#### 【0048】

ただし、 $s_c = L1 / L2$ であり、

$$L1 = \sqrt{((sx2 - sx1) ^ 2 + (sy2 - sy1) ^ 2)}$$

$$L2 = \sqrt{((ex2 - ex1) ^ 2 + (ey2 - ey1) ^ 2)}$$

$$\theta = \theta_2 - \theta_1$$

$$\theta_1 = \text{atan2}((s_y 2 - s_y 1) / L_1, (s_x 2 - s_x 1) / L_1)$$

$$\theta_2 = \text{atan2}((e_y 2 - e_y 1) / L_1, (e_x 2 - e_x 1) / L_2)$$

である。

#### 【0049】

次に、ステップS43において、上記図3のステップS102で求められた中間形状を構成する点列に対して、ステップS42で求めたアフィン変換を計算する。その結果、ステップS103で求められた中間形状の特徴を保持し、かつステップS102で求められた終了点を通る形状が作成される。次に、ステップS44において、ステップS43で求められた点列を前述のベジュエ曲線に変換する方法を用いて、曲線に変換する。この処理を形状の全ての区間について行うことで、ステップS103の中間形状作成処理で作成された形状をステップS102で作成された基準対応点を通る形状に変換することが可能となる。

#### 【0050】

以上のように本発明によれば、二つの曲線の中間形状を作成する際に、指定された基準対応点を通過する中間形状を作成することが可能となる。また、基準対応点を画像追跡処理で正確な位置に設定することができる。その結果、時間軸上で指定された画像における求められる中間形状を高い精度で作成できるようになった。これにより、従来技術の問題であった、線形補間による形状と実際に求められる形状とのずれを解決できる。

#### 【0051】

次に、本発明の他の具体例を説明する。図16には、図3に示した上記第1の実施例の条件のうち、ステップS103を省略すると共に、ステップS104の部分をステップS105として別の方法で実現する例を示す。

#### 【0052】

中間形状を作成する代替え手段として画像のエッジ情報を使用して、基準対応点を通過し、エッジに沿う形状を自動生成する処理を行う。具体的な方法としては、指定された点を通る最適なパスを検出する方法として、本件出願人による特願平09-204862号に開示されている経路探査方法の技術を用いる。

## 【0053】

先ず、上記特願平09-204862号に開示されている経路探査方法により曲線を生成する曲線生成手段について説明する。

## 【0054】

図17は、曲線生成手段を示すブロック図である。曲線生成手段は2点選択手段151、経路探査処理最適化手段152、経路探査手段153、曲線近似手段154からなる各処理手段と、点列、画像、経路、曲線の各データストア16、17、23、18からなる。

## 【0055】

2点選択手段151は、点列データ格納手段16から連続した2点を選択して出力する。経路探査処理最適化手段152は、前記選択された2点と画像データ格納手段17からの画像データとから、経路探査方法を最適化するパラメータを算出して経路探査手段153に送る。

## 【0056】

経路探査手段153は、経路探査処理最適化手段152が算出したパラメータをもとに経路探査処理方法を決定し、上記の選択された2点を結び、画像中の輪郭上を通過する経路を算出し、経路データ格納手段23に保持する。

## 【0057】

ここで、経路データとは、上記の2点を結ぶ8近傍線図形を表す画素座標のリストである。経路探査手段153は、図17中に破線で示されるように、2点選択手段151に制御情報を送り、次の2点を選択するようとする。従って、点列データ格納手段16の各点間について経路探査が行われ、その全てが経路データ格納手段23に蓄積されるようになっている。

## 【0058】

2点選択手段151が、点列の最後まで選択し終り新しい2点を出力できなくなったとき、図17中に破線で示されるように曲線近似手段154に対して制御情報を送り、曲線近似手段154の動作を促す。曲線近似手段154は、経路データ格納手段23に蓄積された経路を曲線近似し、輪郭形状を表す曲線データを作成して曲線データ格納手段18に保持する。

【0059】

次に、上記曲線生成手段が実行する経路探査方法について、図18および図17を参照しながら説明する。

【0060】

図18は、上記本発明に係る経路探査方法の基本的な処理手順を示すフローチャートである。まず、ステップS1で、2点選択手段151が、点列データ格納手段16の中から連続する2点を選択して出力する。

【0061】

次に、ステップS2で、経路探査パラメータの最適化が行われる。点選択手段151により選択された2点と画像とともに、経路探査処理最適化手段152で経路探査パラメータが算出される。

【0062】

次に、ステップS3で、経路探査が行われる。経路探査手段153は、第2のステップで得られた経路探査パラメータをもとに経路探査方法を決定し、上記の2点を結ぶ輪郭を8近傍経路の形で抽出する。

【0063】

そして、ステップS4で、全ての中継点間の経路探査が終了したかどうかが判断され、終了していなければステップS1に戻り、前回選択された2点から1点ずらした2点を選択して、ステップS2、ステップS3を繰り返す。一方、ステップS4で、全ての中継点間の経路探査が終了したと判断されたときは、ステップS5に進む。

【0064】

ステップS5では、8近傍経路を近似する輪郭曲線を生成して、処理を終了する。曲線近似手段154は、経路データ格納手段23に蓄積された経路データを曲線近似して輪郭形状を表す曲線データを作成する。

【0065】

ここで、曲線近似手段154は、本願出願人が特願平8-303687号公報「曲線生成装置及び曲線生成方法」で開示した技術によって実現することができる。この技術は、座標リストを近似する曲線を得る方法であり、いわゆる曲線近

似方法の一つであり、入力データの次数を、十分近似できる範囲で分割しながら近似する方法によって、従来の曲線近似よりもノイズにロバストでかつ効率がよい方法である。

#### 【0066】

しかし、上記曲線近似手段154は、一連の座標リストを曲線近似する方法であればよく、一般的に用いられているB-スプライン(spline)曲線を生成するなどの方法により実現してもよい。

#### 【0067】

なお、一般的な曲線近似・補間方法については、「数値計算ハンドブック」(大野豊, 磯田和男, オーム社, 1990)、「コンピュータディスプレイによる形状処理工学 [I] [II]」(山口富士夫, 日刊工業新聞社, 1982)、「Computer Graphics Principles and Practice」(Foley, vanDam, Feiner, and Hughes, Addison Wesley社, 1990)等の文献に詳しく記載されている。

#### 【0068】

次に、経路探査処理最適化手段152および経路探査手段153について、さらに詳細に説明する。

#### 【0069】

図19は、上記曲線生成手段のうち、経路探査を行う部分を抜き出したプロック図である。この経路探査を行う上記曲線生成手段の特徴は、経路探査処理最適化手段152を備えることにより、入力された2点に最適化された経路探査処理を行うようにされている点である。ここでは、経路探査処理最適化手段152は、後述する2種類の経路探査パラメータを出力するようになっている。

#### 【0070】

図20は、経路探査処理最適化手段152の内部構成を示している。経路探査処理最適化手段152は、通過コスト計算範囲決定手段156と通過コスト計算決定最適化手段157により構成される。通過コスト計算範囲決定手段156は、選択された2点を入力として計算範囲パラメータを出力する。また、通過コスト計算最適化手段157は、選択された2点と画像データとから通過コスト計算パラメータを出力する。そして、これら2種類の経路探査パラメータは、経路探

査手段153に入力されて経路探査方法を決定するのに用いられる。

【0071】

図21は、経路探査処理最適化手段152における処理手順を示すフローチャートである。

【0072】

まず、ステップS11で、通過コスト計算パラメータの最適化が行われる。通過コスト計算最適化手段157では、選択された2点（点1および点2）と画像とから通過コスト計算パラメータが計算される。次に、ステップS12で、通過コスト計算範囲パラメータの最適化が行われ、処理を終了する。通過コスト計算範囲決定手段156により選択された2点を入力として計算範囲パラメータを算出する。

【0073】

図22は、図20中の通過コスト計算パラメータに関する処理を行う部分をさらに詳細に示したブロック図である。

【0074】

通過コスト計算最適化手段157は、グラディエントパラメータ決定手段158を備えて構成される。

【0075】

また、経路探査手段153は、通過コスト計算手段159、最小コスト経路算出手段161、および後述する通過コストマップというデータを格納するための通過コストマップ格納手段160を備えて構成される。

【0076】

グラディエントパラメータ決定手段158は、画像と2点を入力とし、上記2点間の輪郭を抽出するのに最適なグラディエントパラメータを算出し、経路探査手段153の通過コスト計算手段159に出力する。

【0077】

通過コスト計算手段159は、画像と点1と前記グラディエントパラメータと、図20で示す通過コスト計算範囲決定手段156が出力する計算範囲パラメータとを入力とし、通過コストマップを算出する。

## 【0078】

最小コスト経路算出手段161は、通過コストマップと点2とを入力とし、点1と点2との間を、輪郭をたどって連結する経路を算出する。

## 【0079】

図23は、経路探査手段153における処理手順を示すフローチャートである

## 【0080】

まず、ステップS21で、後述する通過コスト計算手段159が、通過コストマップを計算する。次に、ステップS22で、最小コスト経路算出手段161が、最小コスト経路を算出する。この動作の詳細については後述する。

## 【0081】

図24は、上述した通過コスト計算パラメータに関する処理を行う部分の構成をさらに詳しく示している。

## 【0082】

通過コスト計算パラメータとは、画像のグラディエントを計算する上で必要な2種類のパラメータである。第1のパラメータは輪郭の進む方向とは垂直な方向を示す法線ベクトルであり、第2のパラメータは輪郭を横切る方向に観測したときの画素値の変化を示す画素値色変化ベクトルである。

## 【0083】

また、経路探査手段153は、物体輪郭はグラディエント強度が強いことを利用して、グラディエント強度がより強いところとなるべく通過するような画像上の経路を抽出する処理を行う。

## 【0084】

通過コスト計算手段159は、以上の処理を行うために、グラディエント算出手段164と、通過コストマップ算出手段165と、グラディエントデータ格納手段21から構成される。

## 【0085】

グラディエント算出手段164は、画像のグラディエントを計算し、通過コストマップ算出手段165は、得られたグラディエントをもとに、グラディエント

強度がより強いところを通過するとコストが安くなるような通過コストマップを算出する。通過コストマップ算出手段165には、点1の位置が入力され、通過コストマップの起点は点1に設定される。

【0086】

ここで、グラディエント算出手段164は、本願出願人が特願平7-134420号公報「エッジ検出方法及びエッジ検出装置」で開示した技術を用いて、必要な輪郭のグラディエント成分のみを選択的に検出する。このグラディエント算出手段164により、入力された2点間を連結するように延びる輪郭のグラディエントを選択的に抽出するようにグラディエントが計算される。

【0087】

次に、上述した2種類の経路探査パラメータの計算過程について詳細に説明する。

【0088】

まず、通過コスト計算パラメータの計算と、それが利用される過程について説明する。図25は、グラディエントパラメータ決定手段158における処理手順を示すフローチャートである。ステップS31で、法線ベクトル計算手段162が、入力された点1と点2を結ぶ方向に垂直な法線ベクトルを算出して出力する。ステップS32で、画素値変化ベクトル計算手段が、画像上の点1と点2の近傍領域において、2点を結ぶ方向とは垂直な方向に観測したときの画像の画素値の変化、例えば色変化方向を計算し、それを色変化ベクトルとして出力する。

【0089】

ここで、通過コストマップとは各画素において、最小の通過コストでその画素位置に進入する方向が記録された情報である。

【0090】

図26は、簡単な通過コストマップの一例を示している。

【0091】

通過コストマップは、前記の通過コスト計算範囲パラメータで指定された画像中の一範囲について作成される。ここでは、ある小さな4辺形領域に作成された例を示している。

## 【0092】

図26（A）では、前記の各画素における最小の通過コストでその画素位置に進入する方向を矢印で示す。この方向は、各画素にただ一つ決まるように計算される。各画素に記された値は、前記最小の通過コスト方向に従って進入したときの通過コストの累積値である。この累積値は経路探査の起点となる点1を累積値0として求められる。

## 【0093】

図26（B）は、図26（A）のように通過コストマップが得られたときに、最小コスト経路算出手段161が経路を求める過程を示している。

## 【0094】

最小コスト経路算出手段161は、通過コストマップと点2を入力とし、点2から通過コストマップの最小の通過コスト方向を逆にたどることによって、点1から点2にいたる最小コストの経路を求める。例えば、図26（B）で示される位置（累積コストが22）に点2があった場合、そこから矢印をたどることにより（図26（A）とは逆方向に書かれている）、斜線で示されるような点1までの経路を求める。

## 【0095】

次に、上述したような通過コストマップを高速に算出する手段について説明する。通過コストマップの算出は、一般に最適化問題の一種として知られ、動的計画法などを用いて計算する方法が良く知られている。前述の文献「Intelligent Scissors for Image Composition」にも動的計画法を用いた方法が記載されている。

## 【0096】

図27は、動的計画法を用いた最短経路探査アルゴリズムに関する記述の例を示している。なお、この記述は、上記の文献「Intelligent Scissors for Image Composition」に記載されているものから、記号等を一部変えたものである。

## 【0097】

次に、計算範囲パラメータの計算と、それが利用される過程について説明する。

## 【0098】

図28は、図20中の計算範囲パラメータに関する処理を行う部分を、さらに詳細に示すブロック図である。

## 【0099】

通過コスト計算範囲決定手段156は、距離算出手段167と計算範囲幅算出手段168と計算範囲長算出手段169と計算範囲算出手段170とを備えて構成される。

## 【0100】

距離算出手段167は、点1、点2を入力として、その2点間の距離と2点を結ぶ方向とを算出する。計算範囲長算出手段169は、得られた2点間の距離を入力として計算範囲長を算出する。計算範囲幅算出手段168は、得られた2点間の距離を入力として計算範囲幅を算出する。計算範囲算出手段170は、上記の計算範囲長と計算範囲幅および距離算出手段167が出力した2点間を結ぶ方向とをもとに、計算範囲の形状を定める計算範囲パラメータを算出して、経路探査手段153の通過コスト計算手段159に入力する。通過コスト計算手段159は、計算範囲パラメータで示された範囲で、通過コストマップを算出する。

## 【0101】

図29は、図28の通過コスト計算範囲決定手段156における処理手順を示すフローチャートである。

## 【0102】

まず、ステップS41で、距離算出手段167が、点1および点2を入力として、その2点間の距離と2点を結ぶ方向とを算出する。

## 【0103】

次に、ステップS42で、上記の2点間の距離を入力として、計算範囲幅が算出される。ここで、計算範囲幅算出手段168は、2点間の距離の大きさに対する計算範囲幅の大きさの規則を、計算式あるいは参照テーブル等の形式でその内部に持つており、その規則に従って計算範囲幅を決定する。例えば、オペレータが、所望の輪郭を得るために短い間隔で詳細に中継点を設定しようとしても、探査された経路が中継点間で蛇行してしまい所望の輪郭の形状と異なってしまう間

題は、前記計算範囲幅を決定する規則を、2点間の距離が小さいほど幅が小さくなるような規則にすることにより解決することができる。

**【0104】**

このとき、短い間隔で詳細に設定された中継点間の計算範囲幅は、非常に狭くなるように決定され、中継点をほぼ直線で結ぶように経路探査が行われ、オペレータの所望の輪郭形状が得られる。

**【0105】**

次に、ステップS43で、計算範囲長算出手段169が、2点間の距離から計算範囲長を計算する。ここで、計算範囲長は、2点間の距離よりも予め定められたマージン長だけ長くなるように決定される。

**【0106】**

最後に、ステップS44で、計算範囲算出手段170が、計算範囲幅と計算範囲長と2点を結ぶ方向とから、計算範囲パラメータを計算する。ここで、計算範囲は、入力される2点を囲み、2点を結ぶ方向に傾いているような矩形であり、計算範囲パラメータはその矩形の4隅の位置を示す。

**【0107】**

次に、点列生成手段12について説明する。

**【0108】**

点列生成手段12は、曲線を入力とし、その形状を再現する点列とその点列によって再構成された再構成曲線を出力するものである。生成された点列と再構成曲線は、第1の実施例の構成により、その後の曲線編集作業に用いられる。

**【0109】**

図30は、点列生成手段12の構成例を示すブロック図である。

**【0110】**

この点列生成手段12は、初期点列生成手段171、曲線再構成手段172、差分検出手段173、点列編集手段14と、画像データ格納手段17、点列データ格納手段16、再構成曲線データ格納手段19を備えて構成される。

**【0111】**

初期点列生成手段171は、入力曲線と画像とを入力として初期点列を生成す

る。初期点列は、点列データ格納手段16に格納される。曲線再構成手段172は、点列と画像とを入力とし、点列を通過し画像上の輪郭上を通過するような曲線を生成する。

#### 【0112】

差分検出手段173は、入力曲線と再構成曲線とを入力とし、両者の形状の差を差分として出力する。点列編集手段14は、差分検出手段173の出力した差分をもとに、点列データ格納手段16中の点列データを操作する。

#### 【0113】

図31は、点列生成手段12における処理手順を示すフローチャートである。

#### 【0114】

まず、ステップS51で、初期点列生成手段171が入力曲線の特徴点抽出を行い、抽出された特徴点を初期点列として点列データ格納手段16に格納する。

#### 【0115】

上記の曲線上の特徴点抽出には、特開平8-335270号公報記載の「動きベクトル推定方法」に示されている特徴点抽出方法を用いることができる。この方法は、曲線の始端から終端までの各点で微小区間屈曲角を計算し、その総和を累積屈曲角とし、累積屈曲角が予め定めたしきい値より大きいときに最大の微小区間屈曲角をとる点を特徴点とするものである。さらに、特徴点で分割された曲線に対して同様の特徴点抽出処理を再帰的に行うようとする。

#### 【0116】

次に、ステップS52で、曲線再構成手段172が、点列から前述した本発明に係る経路探査装置における処理と同様の処理によって再構成曲線を算出する。

#### 【0117】

次に、ステップS53で、差分検出手段173が、入力曲線と再構成曲線の差分を算出する。この差分検出処理は、再構成曲線上に適当な間隔で差分検出点をとり、その差分検出点から入力曲線までの距離を測定して差分値とする。

#### 【0118】

次に、ステップS54で、差分検出手段173が、予め設定しておいたしきい値よりも大きい差分値があるかどうかを調べる。もし、上記のしきい値より大き

い差分値がなければ、点列生成手段12の処理は終了し、その時点の点列データ格納手段16と再構成曲線データ格納手段19にあるデータが出力となる。一方、上記のしきい値より大きい差分値があれば、ステップS55に進む。

#### 【0119】

ステップS55では、点列編集手段14が得られた差分をもとに点列データを編集する。差分値がしきい値より大きいと判断された各差分検出点において、その差分値検出点から一番近い入力曲線上の点に新たな中継点をおき、点列データ格納手段16に格納する。

#### 【0120】

ステップS55の終了後は、ステップS52に戻り、ステップS54で入力曲線と再構成曲線との差分がしきい値よりも小さくなるまで処理が繰り返される。

#### 【0121】

上記の処理では、初期点列を最初は少なめに設定しておき、足りないところに適宜追加するようにするが、初期点列を多めに設定しておき、不必要的点を削除するようにしてもよい。その場合には、初期点列生成手段171で入力曲線を十分に折線近似できる程度に初期点列を生成し、曲線の再構成の後に、差分検出手段173で、周囲の差分値がしきい値よりも十分に小さい中継点を選んで削除するようにする。

#### 【0122】

なお、図31に示す処理手順は、より少ない点で再構成が完了するのでその後の曲線編集しやすさが利点であるのに対し、後述する処理手順は、経路探査を行う中継点間隔を小さくするために処理時間を短くできる利点がある。

#### 【0123】

そして、上記方法で得られた点列を、曲線生成手段を用いて曲線に変換する。すなわち、上記方法を用いて、各基準対応点間を通る中間形状を作成する際に画像のエッジ情報を用いることで、画像中で表現されている形状に沿って精度の高い輪郭を作成することが可能となった。

#### 【0124】

さらに、上記図16に示した方法では、ステップS105で別のアルゴリズム

を使って画像のエッジを求め、その画像のエッジに沿った中間形状を求めて良い。

#### 【0125】

すなわち、ステップS102で画像追跡により求められた一組の対応点と、上記画像を用いて、エッジ周囲のコントラストを最大にする色射影軸を求め、この色射影軸を用いて画像のエッジを形成し、このエッジに沿った中間形状を求める。

#### 【0126】

今、上記一組の対応点を代表点1、代表点2として入力し、上記色射影軸を求める最適色射影軸計算部の構成を図32に示す。

#### 【0127】

最適色射影軸計算部32は、代表点1及び代表点2の近傍領域内で近傍最適色射影軸を計算する、代表点近傍最適色射影軸計算部41及び代表点近傍最適色射影軸計算部41と、上記二つの計算部41、41からの色射影軸1及び色射影軸2を用いて色射影軸を合成する色射影軸合成部42からなる。

#### 【0128】

代表点近傍最適色射影軸計算部41では、代表点の近傍領域内に含まれるエッジ周囲のコントラストを最大にする近傍最適色射影軸を求める。今、図33に示すように、代表点1(p0)と代表点2(p1)が求められたとする。このとき、代表点近傍色射影軸計算部41は代表点p0の近傍領域A1内に含まれるエッジの内、コントラストが最大となる色射影軸(1)B0を計算により求める。また、代表点近傍色射影軸計算部41は代表点p1の近傍領域A2内に含まれるエッジの内、コントラストが最大となる色射影軸(2)B1を計算により求める。

#### 【0129】

色射影軸合成部42では、代表点1、2の近傍領域でそれぞれ別々に求められた近傍最適色射影軸(1)B0、近傍最適色射影軸(2)B1を合成し、更新区間のエッジのコントラストを最大にする1本の色射影軸を求める。ここでの合成方法は、例えば色射影軸の平均ベクトルを合成後の軸としてよい。

## 【0130】

また、最適色射影軸計算部32は、図34に示す方法により最適色射影軸を求めてよい。

## 【0131】

図34(A)のように、画像のエッジ上にアンカーポイント $p_0$ と隣接アンカーポイント $p_1$ が置かれているとする。このとき、エッジは $p_0$ と $p_1$ を結ぶ線分上から大きく外れている可能性があるため、線分 $p_0 p_1$ 上の線分長 $L$ に対し等間隔、例えば $L/4$ の間隔毎に、置かれた点 $q_0, q_1, q_2$ のそれぞれについて、 $p_0 p_1$ と垂直な方向の線分上、長さ $H$ の範囲で最も色変化の大きな領域の探索を行う。

## 【0132】

ある点 $r$ についての色を $C(r)$ とすると、色変化ベクトルは $dC/dr$ 、その大きさは $|dC/dr|$ で定義される。この値が最大値となる $r$ を求める。

## 【0133】

探索の結果、図34(B)のように $r_0, r_1, r_2$ が求められたとする。このとき、 $r_0, r_1, r_2$ においてそれぞれ色変化ベクトル $dC/dr$ を求め、その平均値を最適色射影軸とする。

## 【0134】

また、色変化ベクトルは以下のように求めてもよい。 $r_0$ の場合、線分 $p_0 p_1$ に垂直な直線上で、 $r_0$ を中心に持ち、互いに距離幅 $h$ だけ離れた点 $s_{00}, s_{01}$ について、色 $C(s_{00}), C(s_{01})$ を求め、その差分ベクトル $\Delta C = C(s_{01}) - C(s_{00})$ を色変化ベクトルで代用する。 $r_1, r_2$ についても同様である。

## 【0135】

以上に説明した最適色射影軸を基に、通常の輪郭閉曲線生成部が輪郭閉曲線を生成する。上記ステップS105では、この輪郭閉曲線に基づいた中間形状を作成する。

## 【0136】

なお、上記図16に示したアルゴリズムを変形し、ステップS102での線形

補間が、例えば画像の動きが激しくてうまくいかなかったときに、ステップS105の処理を行うようにしてもよい。

【0137】

以上説明したように、本発明によれば、従来技術の問題であった、線形補間にによる形状と実際に求められる形状とのずれを解決できる。

【0138】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、輪郭形状が線形に動いていない場合でも輪郭上の対応点を正確に追跡することができ、より精度の高い輪郭形状を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用した曲線生成装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

上記曲線生成装置で処理をする対象となる複数のフレームからなる動画像を説明するための図である。

【図3】

本発明の曲線生成方法を適用したソフトウェアプログラムにおける処理手順を示すフローチャートである。

【図4】

画像の追跡方法として、画像の差の絶対値和を用いて追跡する方法を説明するための図である。

【図5】

上記曲線生成装置で中間曲線を生成するときに用いる第1の輪郭曲線Aと第2の輪郭曲線Bとを説明するための図である。

【図6】

上記曲線生成装置で生成する第1の輪郭曲線Aから第2の輪郭曲線Bに変化するときの中間曲線を説明するための図である。

【図7】

第1の輪郭曲線Aから第2の輪郭曲線Bに変化するときの中間曲線を生成するときの演算処理部の処理を示すフローチャートである。

【図8】

サンプリング点を設定してサンプリング間隔を決定することを説明するための図である。

【図9】

第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bについてのサンプリング間隔を決定するときの処理を示すフローチャートである。

【図10】

サンプリング間隔が得られた第1の輪郭曲線A及び第2の輪郭曲線Bを示す図である。

【図11】

リサンプリング処理を行うときの処理を示すフローチャートである。

【図12】

サンプリング点が求められた第1の輪郭曲線Aが示す形状から第2の輪郭曲線Bが示す形状に変化するときの中間形状を示す中間曲線を生成するときの処理を示すフローチャートである。

【図13】

補間形状を基準対応点に合わせて変形させる処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図14】

上記図13に示したフローチャートによる処理内で、ステップS42までのを説明するための図である。

【図15】

上記図13に示したフローチャートによる処理内で、ステップS43以降を説明するための図である。

【図16】

本発明の他の具体例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図17】

特願平09-204862号に開示されている経路探査方法により曲線を生成する曲線生成手段の主要部の構成例を示すブロック図である。

【図18】

上記経路探査方法の基本的な処理手順を示すフローチャートである。

【図19】

上記経路探査方法に基づいて経路探査を行う部分について説明するための図である。

【図20】

経路探査処理最適化手段の内部構成を説明するための図である。

【図21】

経路探査処理最適化手段における処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図22】

経路探査処理最適化手段の通過コスト計算パラメータに関する処理を行う部分について説明するための図である。

【図23】

経路探査手段における処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図24】

選択的グラディエント検出を利用した通過コスト計算パラメータに関する処理を行う部分の構成を詳細に説明するための図である。

【図25】

通過コスト最適化手段における処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図26】

経路探査の通過コストマップの一例を示す図である。

【図27】

動的計画法を用いた最短経路探査アルゴリズムの一例を示す図である。

【図28】

経路探査処理最適化手段の計算範囲最適化に関する処理を行う部分を詳細に説明するための図である。

【図29】

計算範囲最適化手段における処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図30】

点列生成手段の構成例を示すブロック図である。

【図31】

点列生成手段における処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図32】

色射影軸を求める最適色射影軸計算部の具体例の構成を示すブロック図である。

【図33】

上記最適色射影軸計算部の具体例の動作原理を説明するための図である。

【図34】

上記最適色射影軸計算部の他の具体例の動作原理を説明するための図である。

【図35】

従来の中間形状を生成する手法において、開始フレームと終了フレームとから補間処理をして中間形状を生成することを説明するための図である。

【図36】

3次のベジェ曲線の線分の例を示す図である。

【図37】

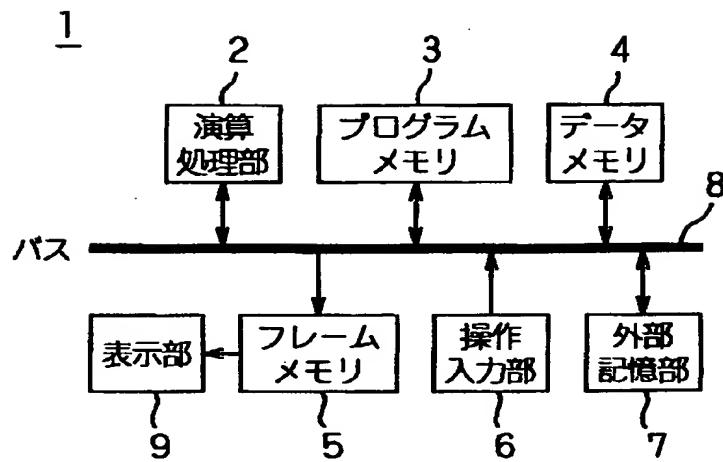
輪郭形状を示す1本の曲線を複数のセグメントとして示した図である。

【符号の説明】

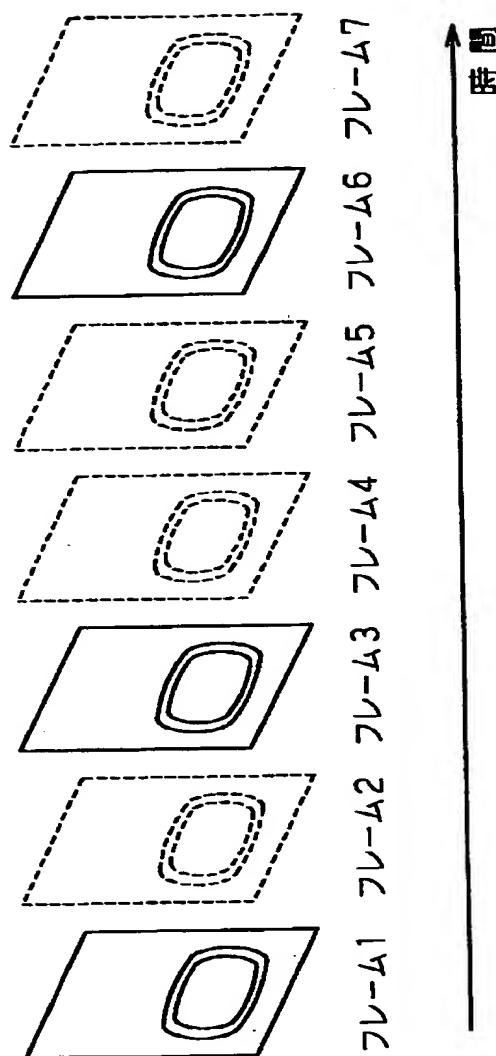
1 曲線生成装置、2 演算処理部

【書類名】 図面

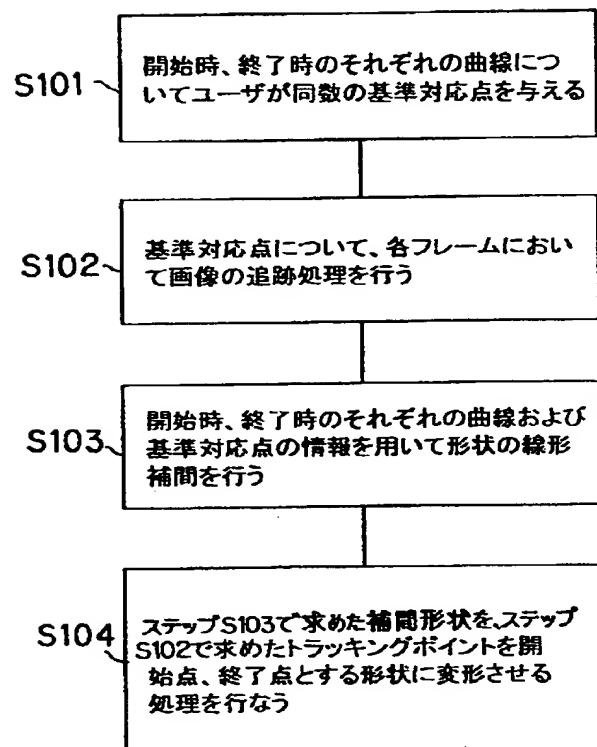
【図1】



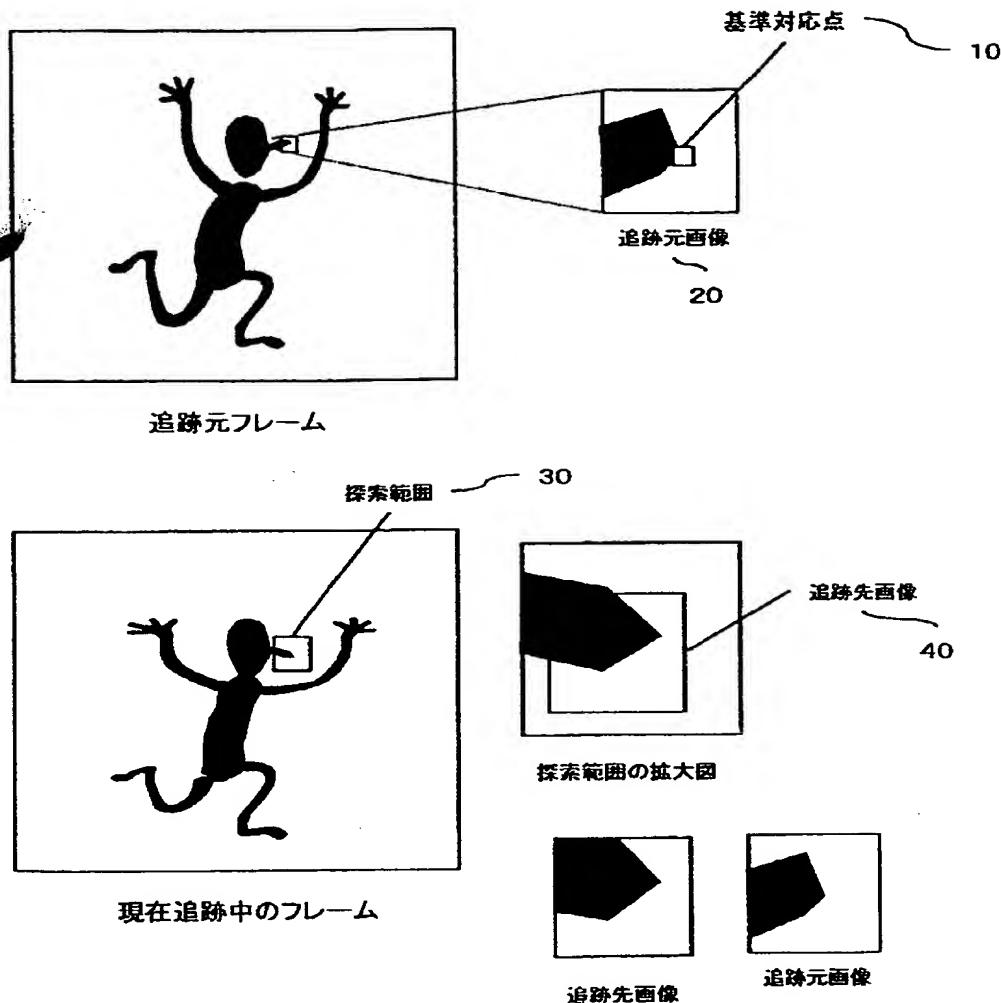
【図2】



【図3】



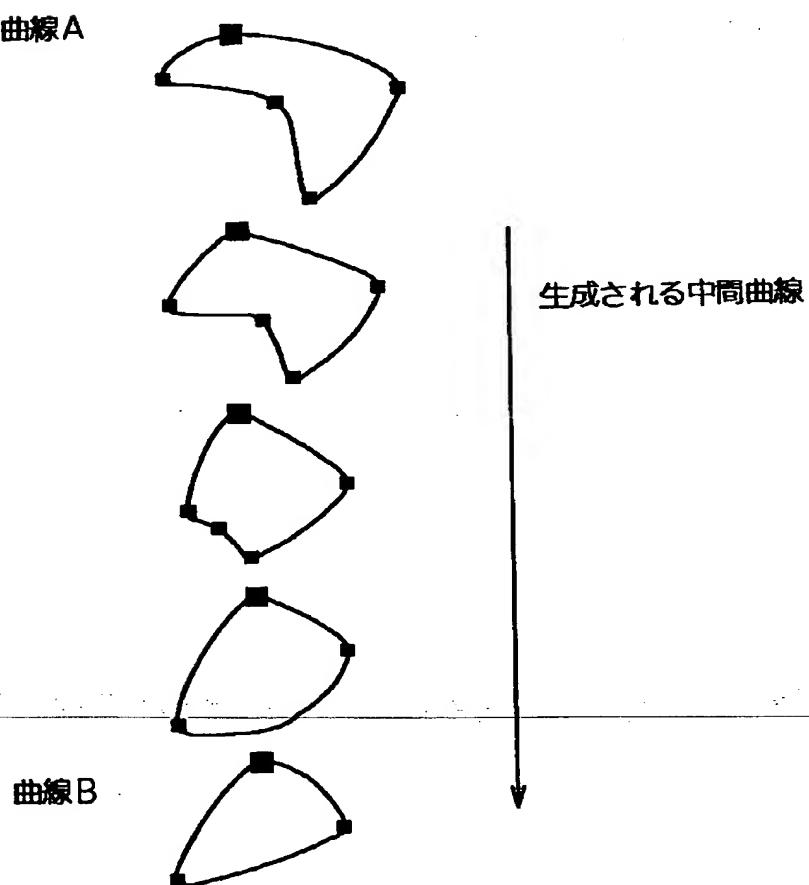
【図4】



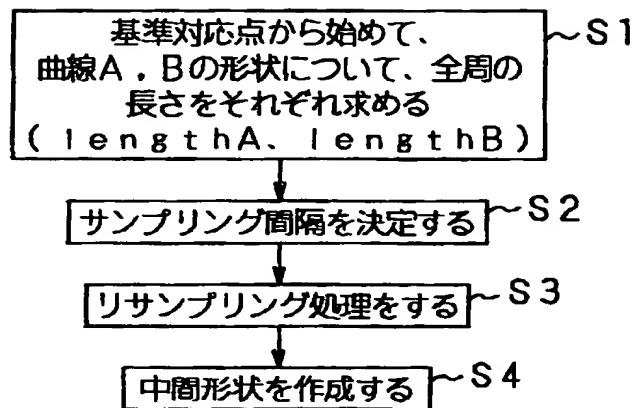
【図 5】



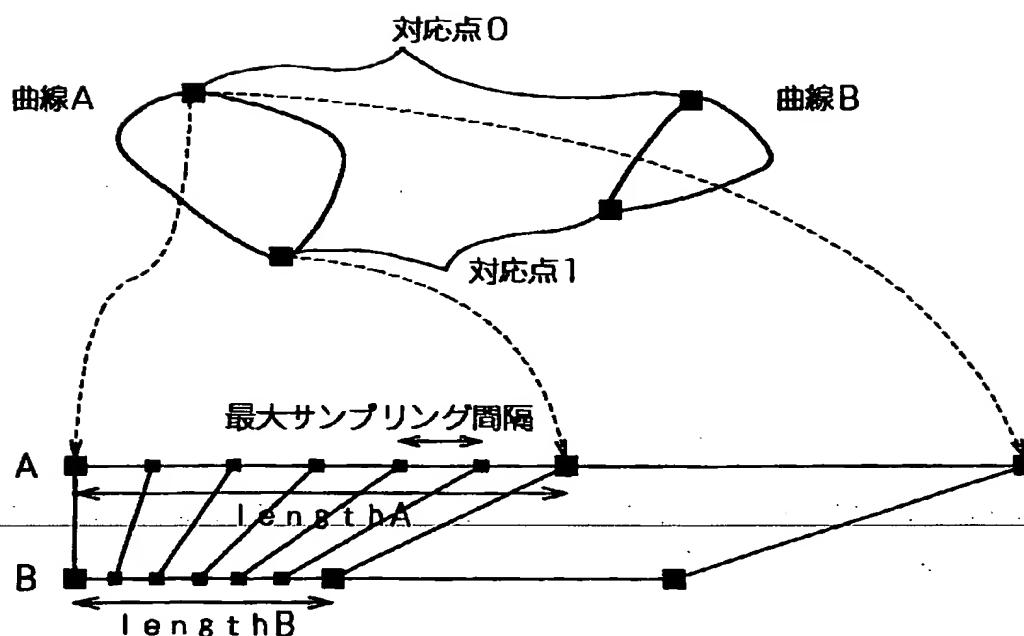
【図 6】



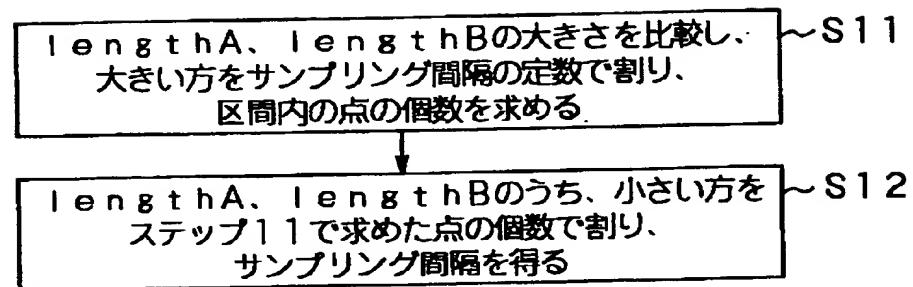
【図7】



【図8】



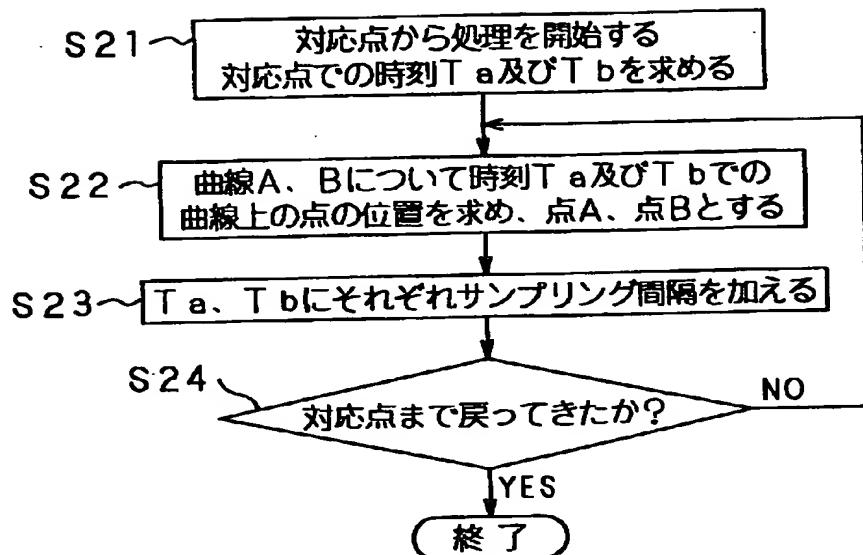
【図9】



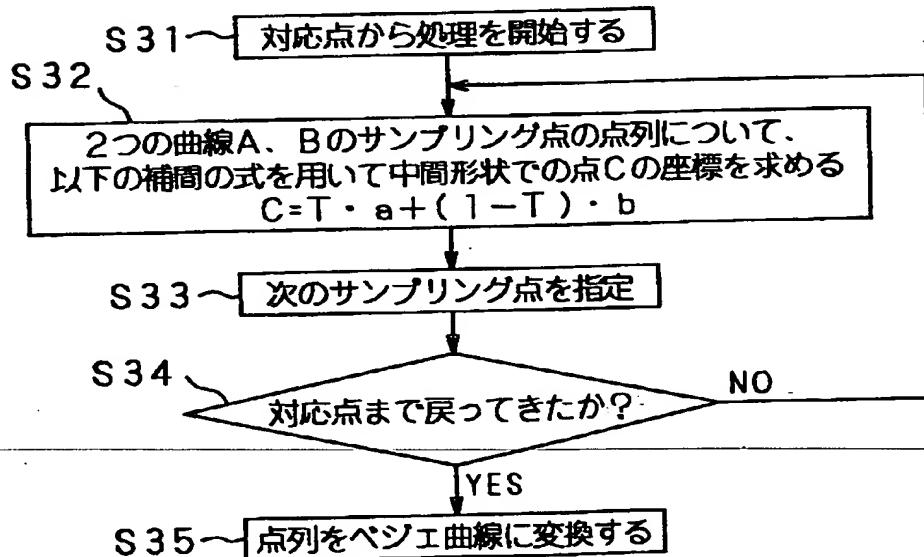
【図10】



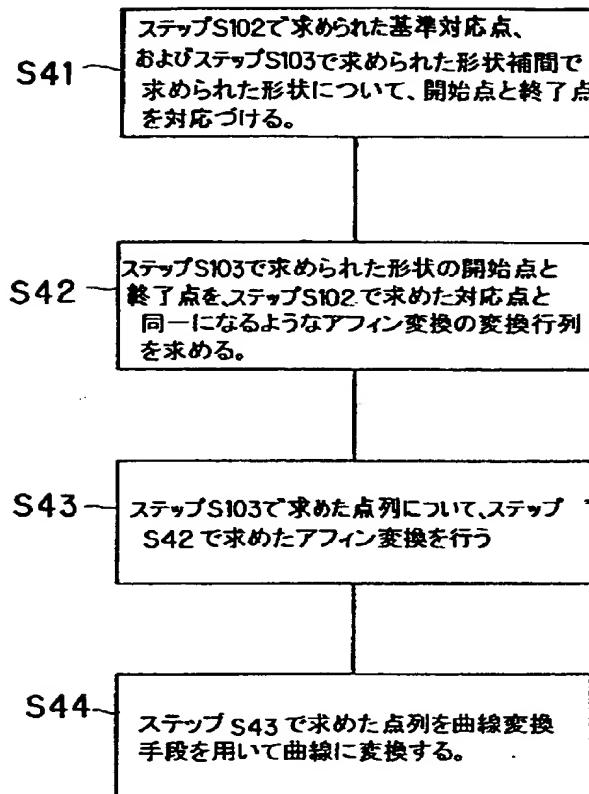
【図11】



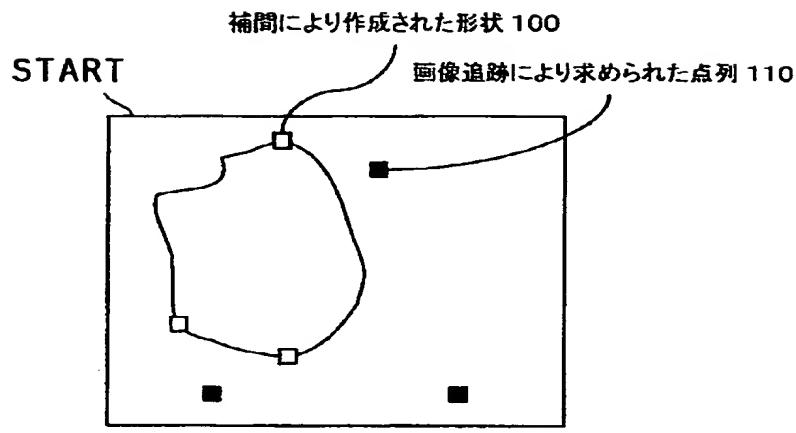
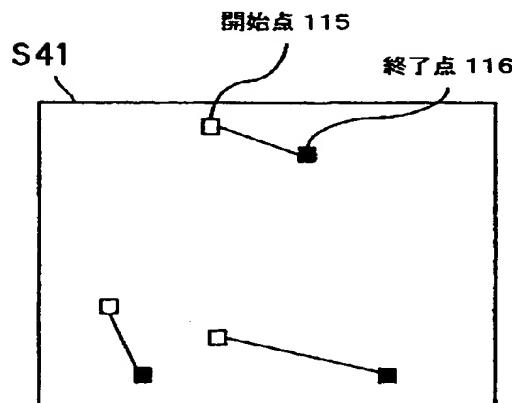
【図12】



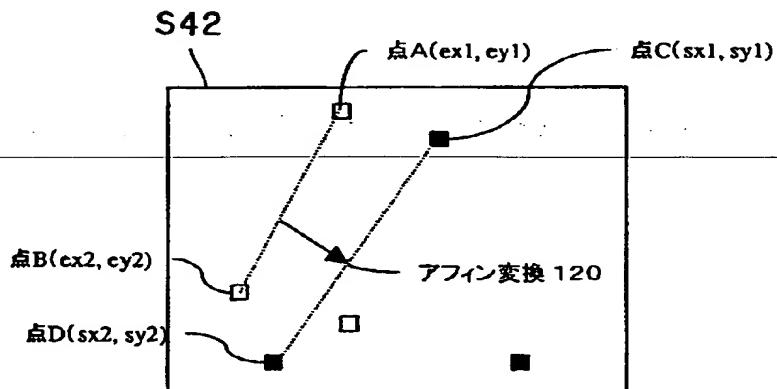
【図13】



【図14】

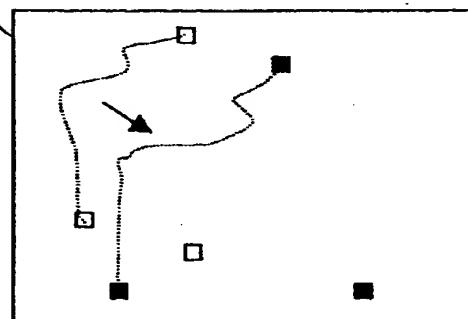
補間により作成された形状と、  
画像追跡により求められた点列

基準対応点の対応づけ

対応点する区間にに対して上図のような変形  
をするアフィン変換を求める

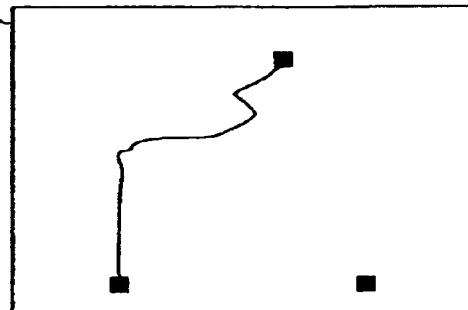
【図15】

S43



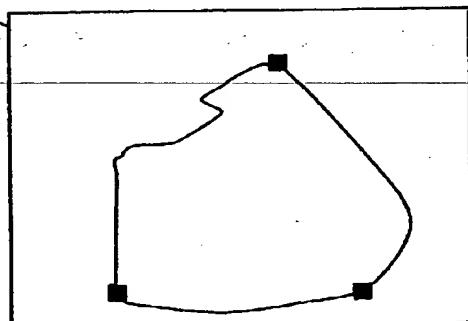
中間形状を構成する点列についても、同様に  
変換を行なう

S44



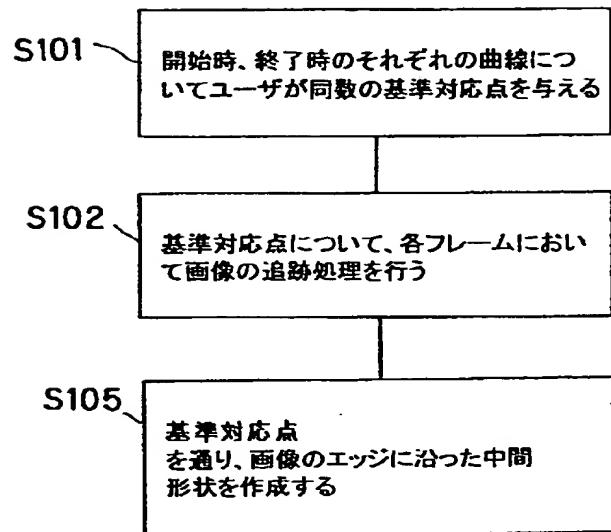
Bezier曲線に変換

END

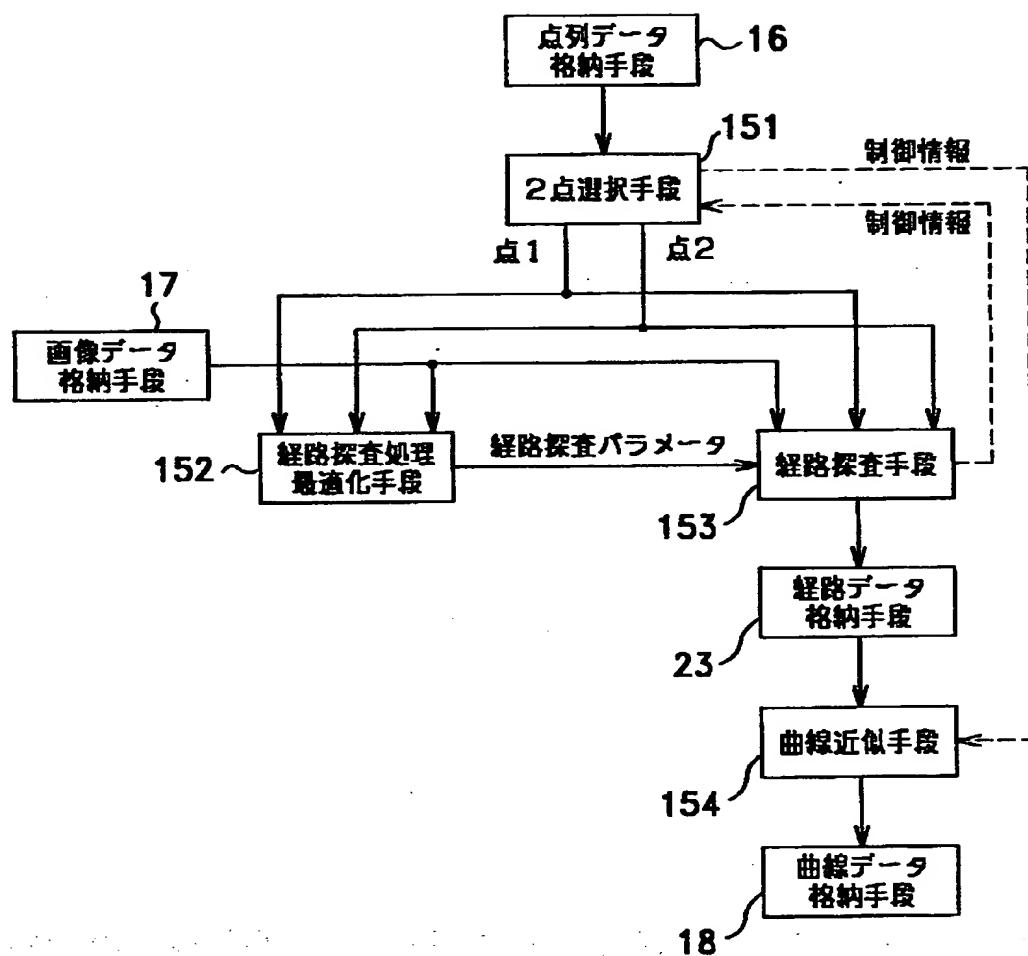


全ての区間について変換した結果

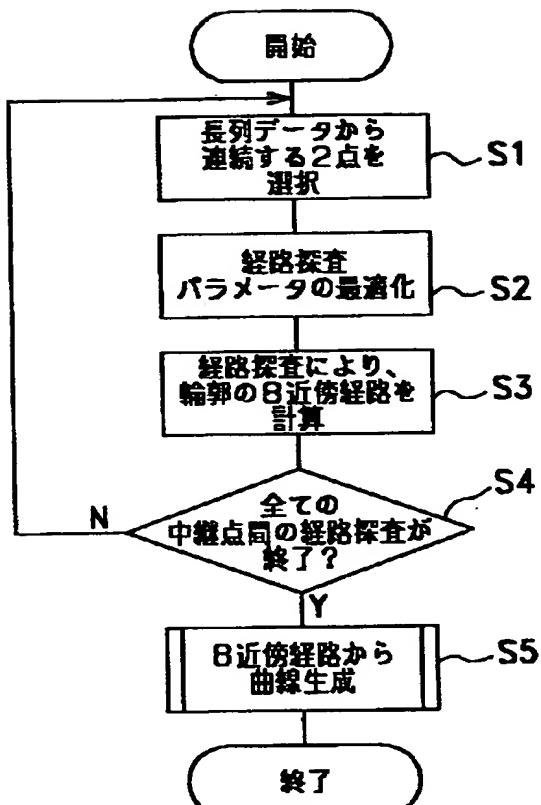
【図16】



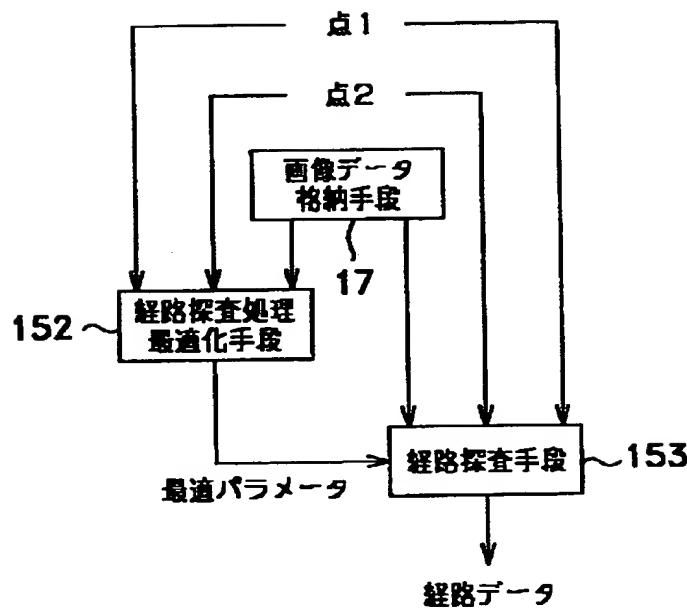
【図17】



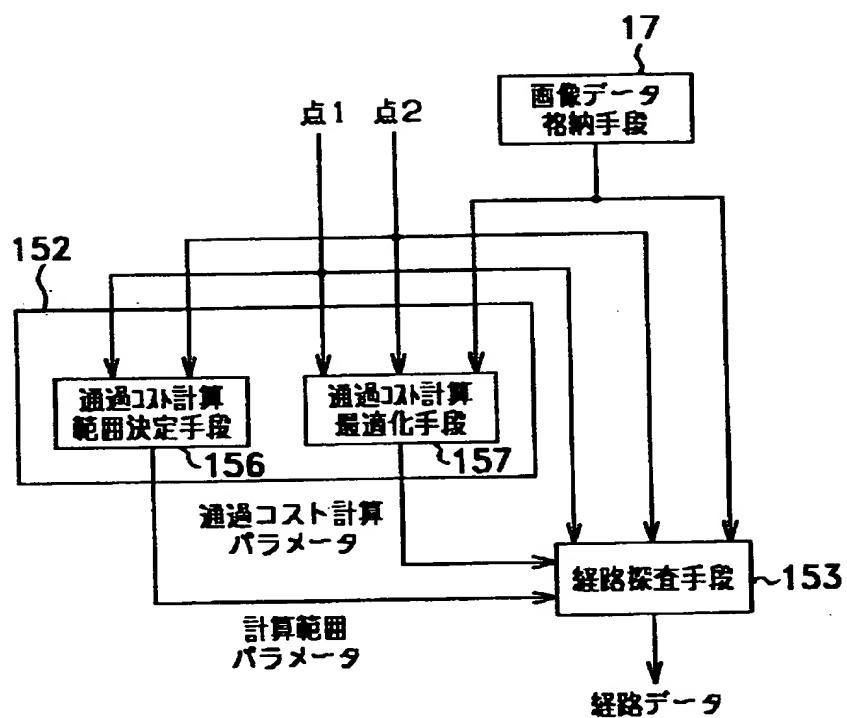
【図18】



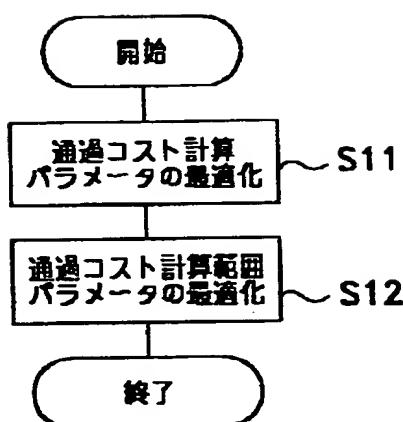
【図19】



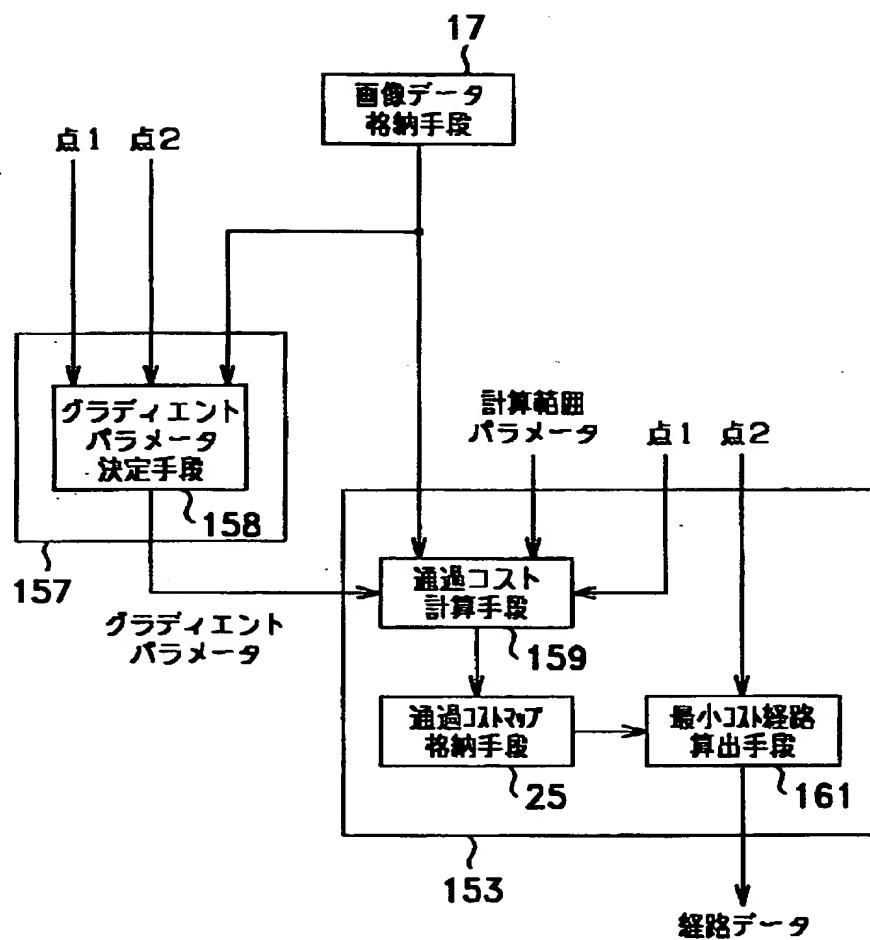
【図20】



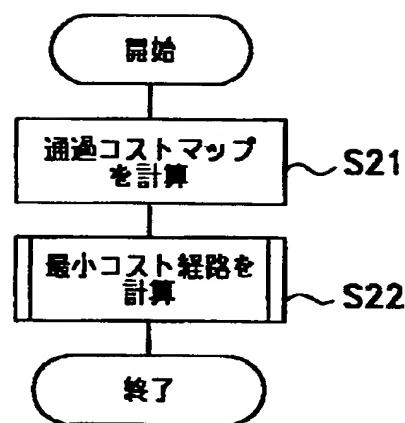
【図21】



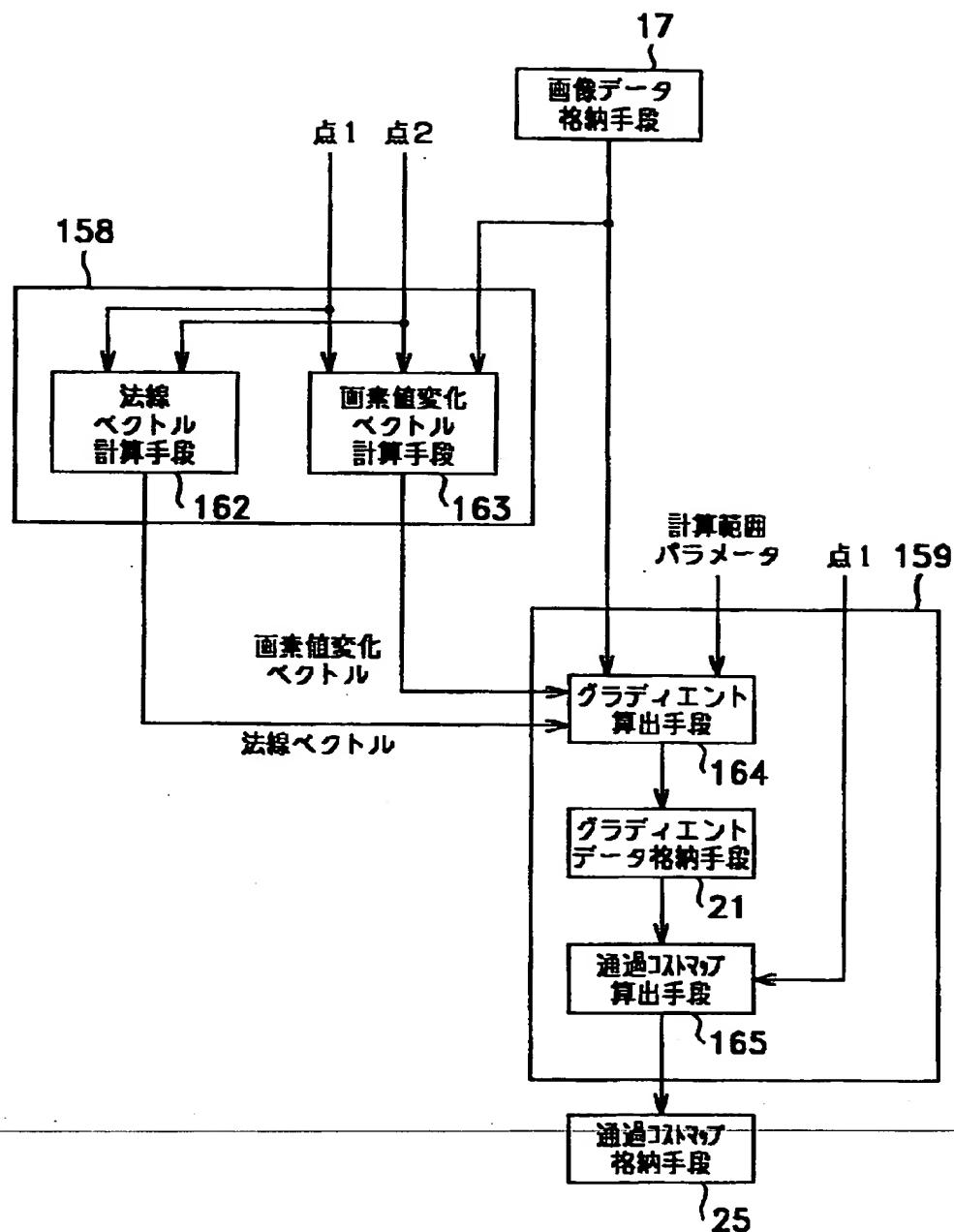
【図22】



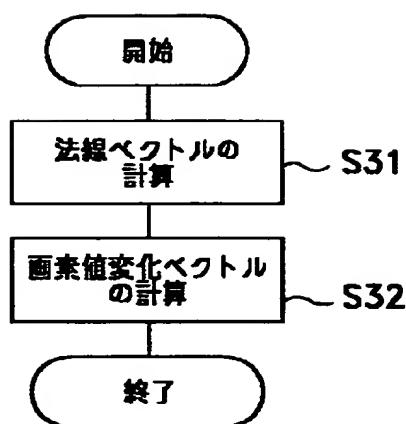
【図23】



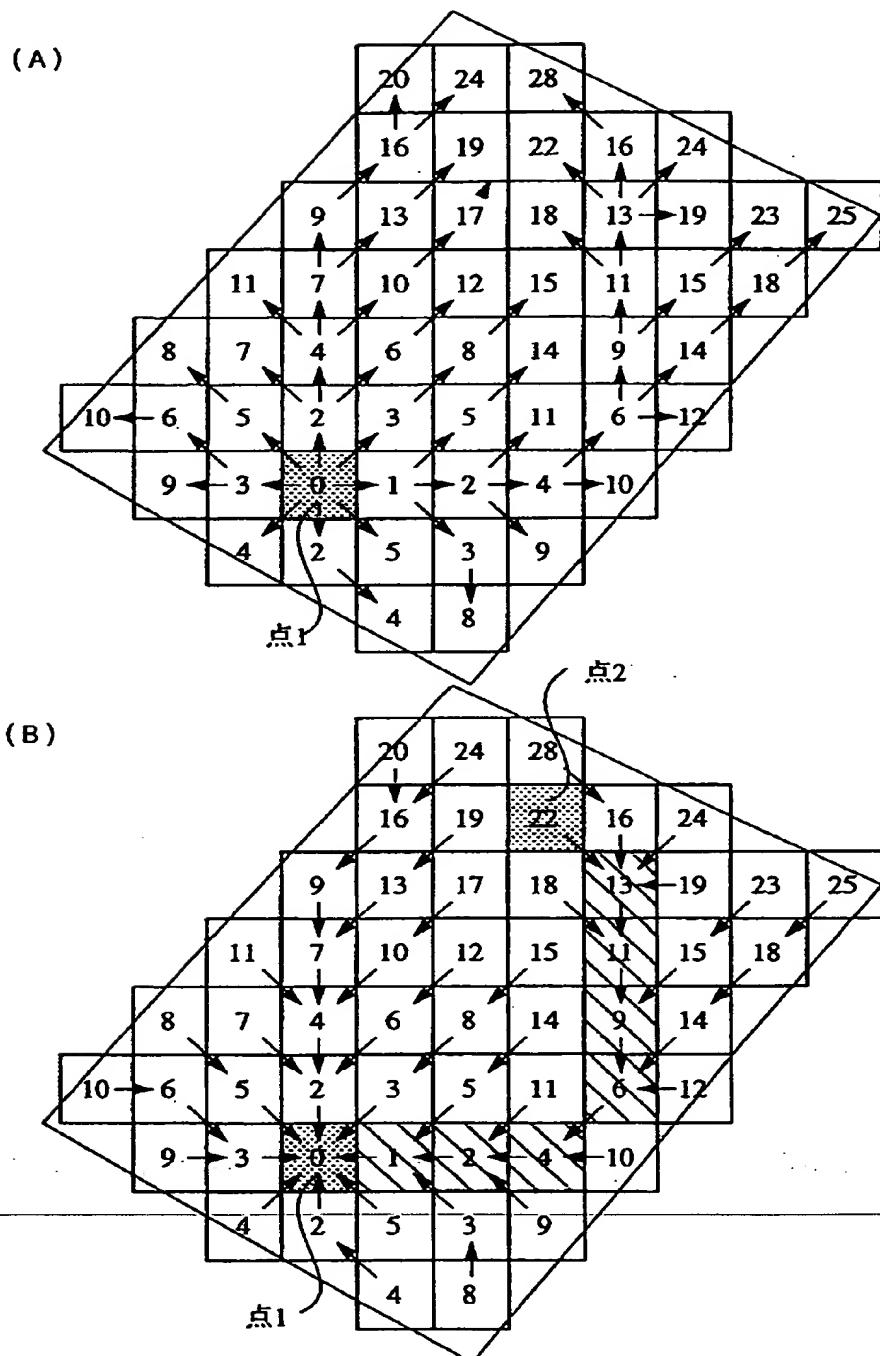
【図24】



【図25】



【図26】



## 【図27】

The Live-Wire 2-D dynamic programming (DP) graph search algorithm is as follows:

Algorithm: Live-Wire 2-D DP graph search.

**Input:**

$s$  {Start (or seed) pixel.}  
 $l(q,r)$  {Local cost function for link between pixels  $q$  and  $r$ .}

**Data Structures:**

$L$  {List of active pixels sorted by total cost (initially empty).}  
 $N(q)$  {Neighborhood set of  $q$  (contains 8 neighbors of pixel).}  
 $e(q)$  {Boolean function indicating if  $q$  has been expanded/processed.}  
 $g(q)$  {Total cost function from seed point to  $q$ .}

**Output:**

$p$  {Pointers from each pixel indicating the minimum cost path.}

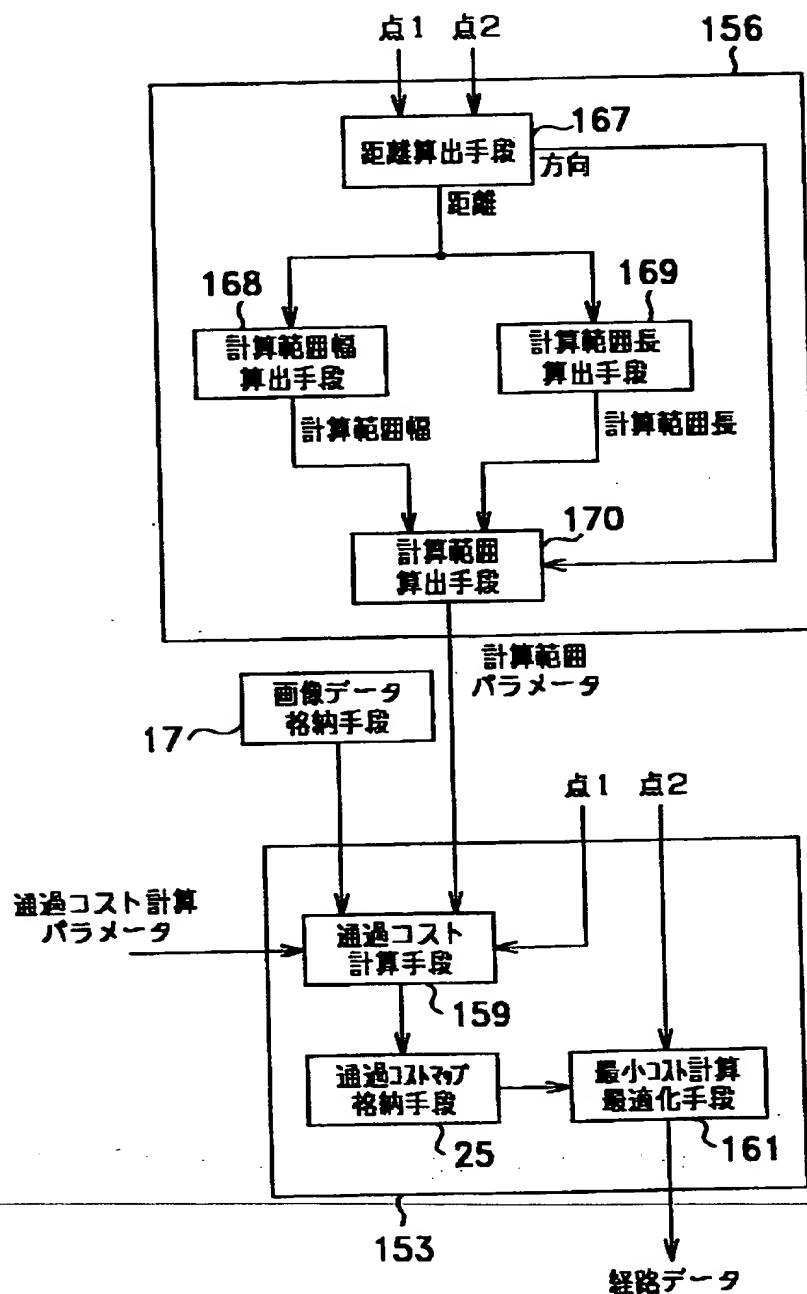
**Algorithm:**

```

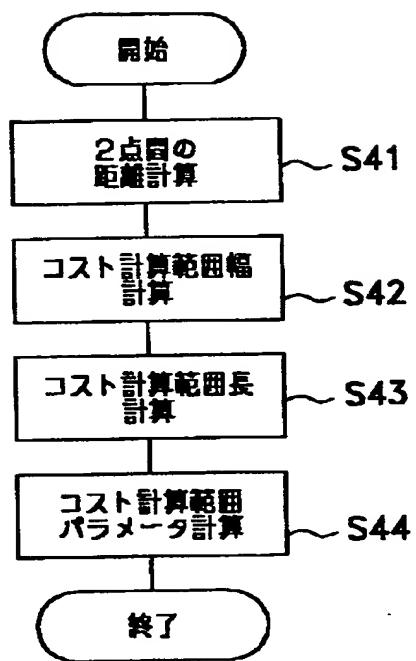
g(s)=0; L=s;                                {Initialize active list with zero cost seed pixel.}
while L!=NULL do begin                      {While still points to expand:}
    q=min(L)                                 {Remove minimum cost pixel  $q$  from active list.}
    e(q)=TRUE;                               {Mark  $q$  as expanded (i.e., processed).}
    for each  $r \in N(q)$  such that not  $e(r)$  do begin
        gtmp =g(q)+l(q,r);                  {Compute total cost to neighbor .}
        if  $r \in L$  and gtmp <g(r) then        {Remove higher cost neighbor 's }
            r=L;                            { from list.}
            if !(r  $\in$  L) then begin          {If neighbor not on list, }
                g(r)=gtmp;                  { assign neighbor 's total cost, }
                p(r)=q;                     { set (or reset) back pointer, }
                L=r;                        { and place on (or return to) }
            end
        end
    end
end

```

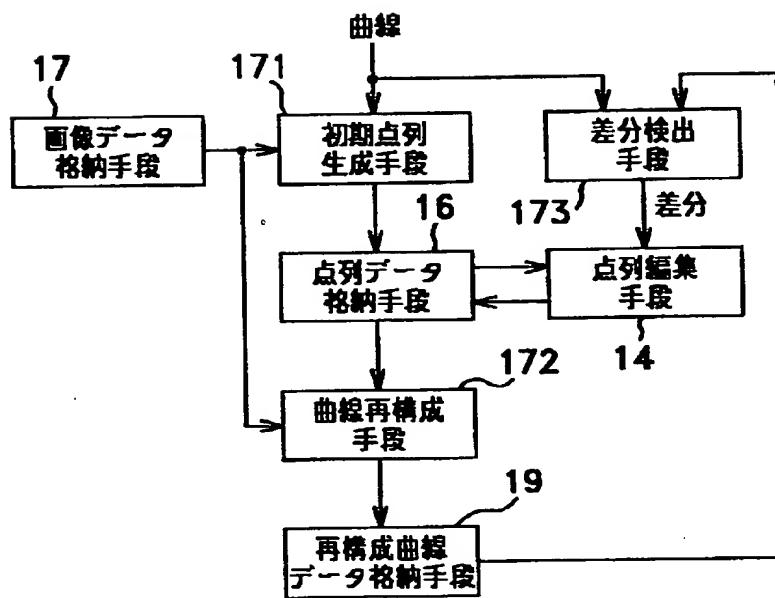
【図28】



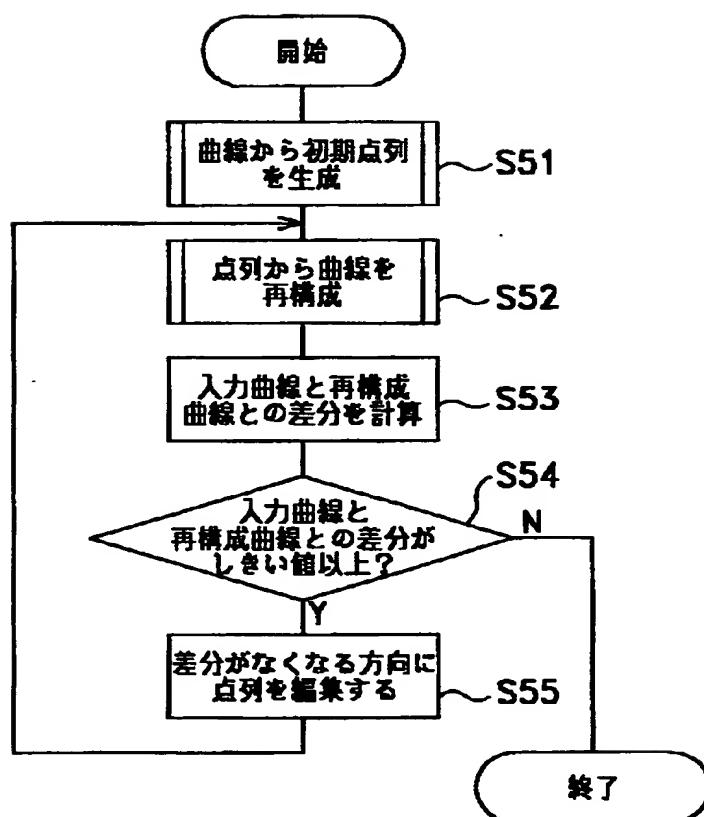
【図29】



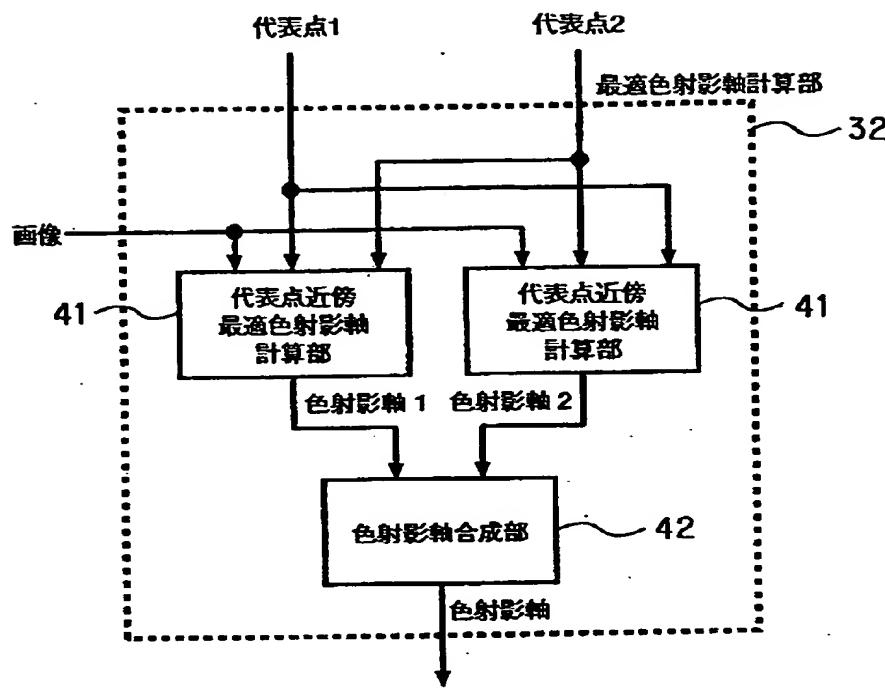
【図30】



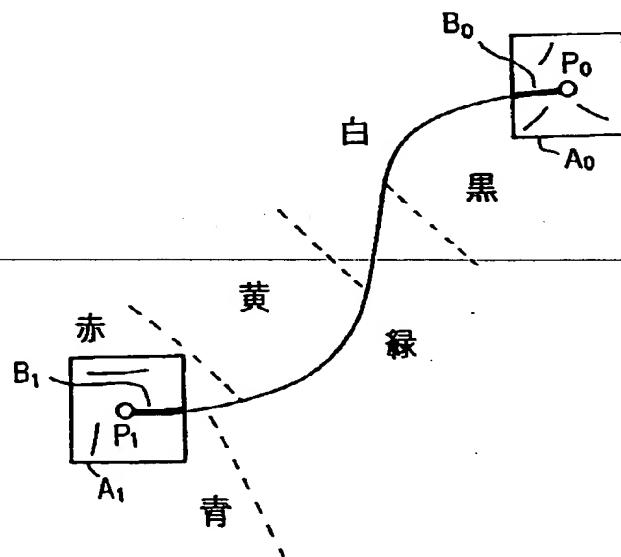
【図31】



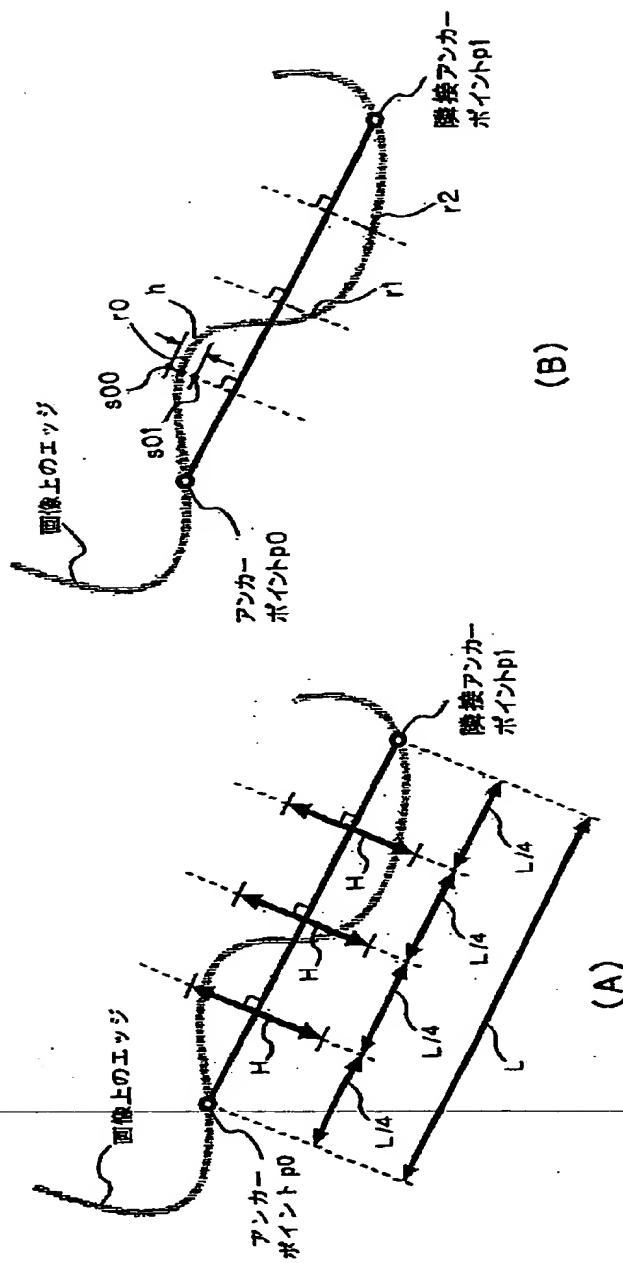
【図32】



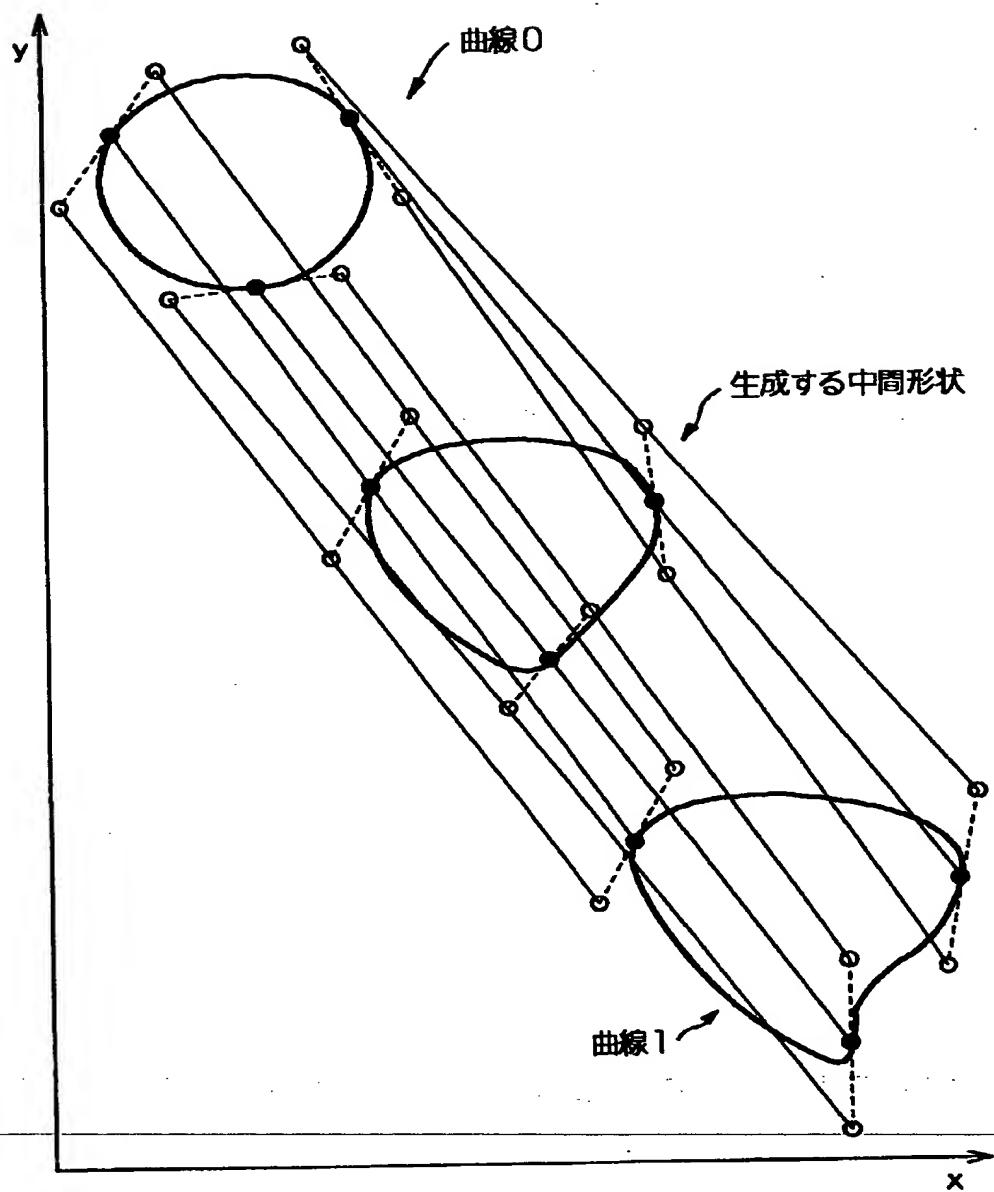
【図33】



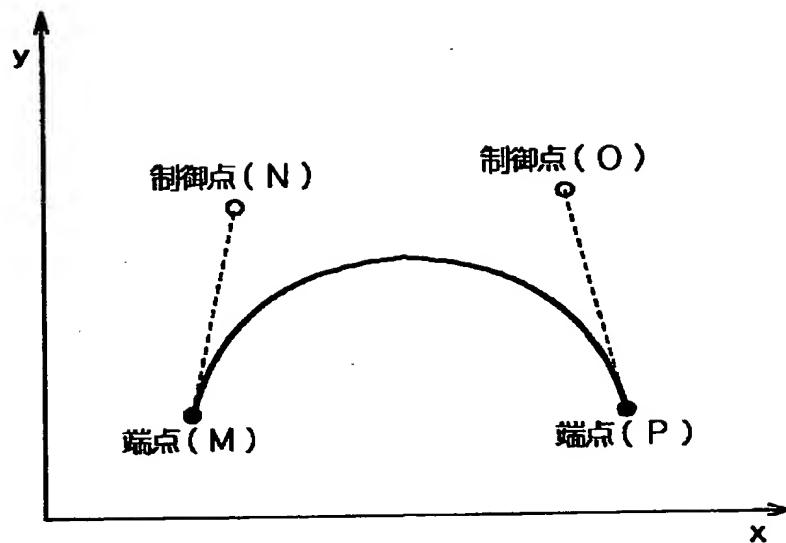
【図34】



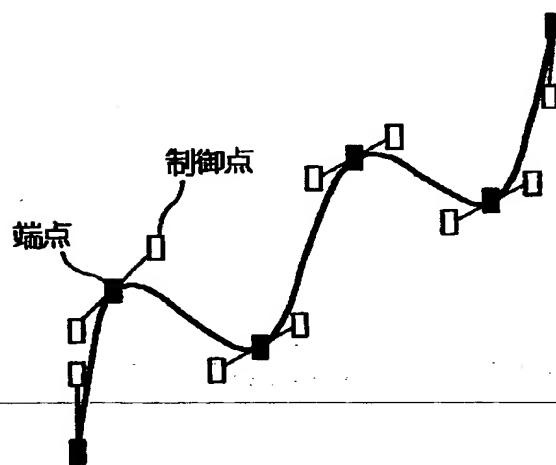
【図35】



【図36】



【図37】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 二つの曲線の中間形状を作成する処理において、輪郭形状が線形に動いていない場合でも輪郭上の対応点を正確に追跡することができ、より精度の高い輪郭形状を作成することができる曲線生成装置及び方法を提供する。

【解決手段】 ステップS101でユーザが、入力として開始時と終了時の二つの曲線と、それぞれの曲線について基準対応点を与える。基準対応点の数は二つの曲線で同数でなければならない。次にステップS102で、時間軸方向に連続している画像について、基準対応点の追跡操作を行う。この結果、各中間段階での基準対応点の位置を求めることができる。次にステップS103において形状の補間を行う。形状の補間計算は、二つの曲線上の点列の座標を補間計算することで、中間形状の点の座標を求める。次にステップS104において、ステップS103で求めた補間形状をステップS102での追跡操作で求めた基準対応点に合わせて変形する。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社